

**REDUKSI LOGAM BESI (Fe) DALAM MINYAK NILAM
(*Patchouli oil*) DENGAN METODE KOMPLEKSOMETRI
MENGUNAKAN *Etilen Diamin Tetra Asetat (EDTA)***



**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat meraih gelar
Sarjana Sains Jurusan Fisika pada Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar**

Oleh:

MULYANA SURYA NINGSIH

NIM : 60400116007

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI ALAUDDIN MAKASSAR**

2020

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Mahasiswa yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mulyana Surya Ningsih
NIM : 60400116007
Tempat/ Tgl. Lahir : Sinjai/ 27 Januari 1998
Jurusan : Fisika
Fakultas/ Program : Sains dan Teknologi
Alamat : Jl. H. M. Yasin Limpo, Samata, Gowa
Judul Skripsi : Reduksi Logam Besi (Fe) Dalam Minyak Nilam
(*Patchouli Oil*) dengan Metode Kompleksometri
Menggunakan *Etilen Diamin Tetra Asetat (EDTA)*

Menyatakan dengan sesungguhnya dan penuh kesadaran bahwa skripsi ini benar adalah hasil karya sendiri. Jika dikemudian hari terbukti bahwa ia merupakan duplikat, tiruan, plagiat, atau dibuat oleh orang lain, sebagian atau seluruhnya, maka skripsi ini dan gelar yang diperoleh karenanya batal demi hukum.

Samata-Gowa, 17 Juli 2020

Penyusun,



Mulyana Surya Ningsih

NIM. 60400116007

PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi yang berjudul "**Reduksi Logam Besi (Fe) Dalam Minyak Nilam (Patchouli Oil) dengan Metode Kompleksometri Menggunakan Etilen Diamin Tetra Asetat (EDTA)**". Yang disusun oleh **Mulyana Surya Ningsih/60400116007**. Mahasiswa Jurusan Fisika pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, telah diuji dan dipertahankan dalam sidang *munaqasyah* yang diselenggarakan pada hari **Rabu, 19 Agustus 2020 M**, bertepatan dengan **29 Dzulhijah 1441 H** dinyatakan telah dapat diterima sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana dalam Ilmu Sains, Jurusan Fisika (dengan beberapa perbaikan).

Gowa, 19 Agustus 2020 M
29 Dzulhijah 1441 H

DEWAN PENGUJI :

Ketua : Prof. Dr. Muhammad Halifah Mustami, M.Pd

Sekretaris : Muh. Said L., S.Si., M.Pd

Penguji I : Ihsan, S.Pd., M.Si

Penguji II : Dr. Sohras, M.Ag

Pembimbing I : Iswadi, S.Pd., M.Si

Pembimbing II: Sahara, S.Si, M.Sc., Ph.D

Diketahui Oleh:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar



Prof. Dr. Muhammad Halifah Mustami, M.Pd.
NIP. 1971041250000310001

KATA PENGANTAR



Tiada kata yang paling indah diucapkan selain ungkapan syukur Alhamdulillah atas segala limpahan karunia Allah *subhanahu wa ta'ala* yang telah menciptakan segala apa yang ada di muka bumi ini dan dapat dimanfaatkan, tiada satu pun ciptaan-Nya yang sia-sia. Atas izin-Nya Skripsi yang berjudul “Reduksi Logam Besi (Fe) Dalam Minyak Nilam (*Patchouli Oil*) dengan Metode Kompleksometri Menggunakan *Etilen Diamin Tetra Asetat (EDTA)*” ini dapat terselesaikan. Selawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada baginda Rasulullah Muhammad saw, yang telah menjadi suri teladan di muka bumi ini, beserta keluarganya, para sahabatnya, dan seluruh ummatnya yang senantiasa istiqamah hingga akhir hayatnya. Skripsi ini penulis persembahkan kepada kedua orang tua tercinta yang telah menjadi motivator, memberi semangat, dan dukungan penuh kepada penulis. Yaitu Ayahanda **Muliadi** rahimahullah yang telah bekerja keras agar penulis tetap bisa melanjutkan pendidikan hingga bangku kuliah, serta mendampingi penulis hingga akhir hidupnya. Juga kepada Ibunda **Suriati** yang telah mendidik dan membesarkan penulis dengan penuh kasih sayang, tulus dan ikhlas. Karena Doa merekalah penulis senantiasa diberi kemudahan oleh Allah *subhanahu wa ta'ala* dan bisa melewati tahap demi tahap hingga sekarang ini. Jazakumullahu Khairan Katsiran. Kepada kedua adik penulis **Muhammad Agusriadi** dan **Sri Muthmainna**, yang menjadi penyemangat dan selalu senantiasa membantu penulis.

Penulis ucapkan banyak terima kasih kepada Bapak **Iswadi, S.Pd., M.Si** yang telah melibatkan dan mengizinkan penulis ikut serta dalam penelitian

Minyak Nilam ini, juga selaku pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam memberikan bimbingan, mengarahkan, membagi ilmu, pengalaman serta memberi motivasi agar dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat waktu. Kepada Ibu **Sahara, S.Si, M.Sc., Ph.D** selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran, mengarahkan penulis tentang penulisan Skripsi yang baik dan benar. Juga kepada Ibu **Ihsan, S.Pd., M.Si** selaku dosen pembimbing akademik yang senantiasa meluangkan waktunya, mengarahkan dan memberikan masukan-masukan dan motivasi yang membangun. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada sahabat terkasih Nur Alfias Ilma, A. Evi Suryani, dan Sumiati, yang telah mendampingi penulis dari awal perkuliahan hingga saat ini, selalu ada dalam suka dan duka, memberikan semangat, dan mengingatkan penulis ketika salah. Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis juga mengucapkan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Hamdan Juhannis, M.A., Ph.D selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar periode 2019-sekarang.
2. Bapak Prof. Dr. Muhammad Halifah, M.Pd selaku Dekan Fakultas Sains Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar periode 2019-sekarang.
3. Bapak Ihsan S.Pd., M.Si selaku ketua Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, dan Bapak Muh. Said L, S.Pd., M.Pd selaku sekretaris Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, yang telah membantu penulis selama masa studi, memberikan motivasi dan masukan.
4. Bapak Ihsan S.Pd., M.Si selaku penguji I yang senantiasa memberikan saran dan masukan untuk perbaikan Skripsi ini, dan juga dorongan serta motivasi

hingga dapat sampai ke tahap ini. Juga kepada ibu Dr.Sohrah, M.Ag selaku penguji II.

5. Dosen pengajar Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, ibu Nurul Fuadi, S.Si., M.Si, Ibu Zri Selviani, S.Si., M.Sc, ibu Ayusari Wahyuni, S.Si., M.Sc, ibu Ria Reski Hamzah, S.Pd. M.Si, ibu Fitriyanti, S.Si., M.Sc, dan dosen lainnya yang telah meluangkan waktu dan tenaga, serta membimbing dan membagi ilmu di bangku kuliah. Juga kepada ibu Hadiningsih, SE selaku staf administrasi Jurusan Fisika.
6. Bapak Muhtar, S.T., M.T, bapak Abdul Mun'im, S.T., M.T, bapak Ahmad Yani S.Si, dan ibu Nurhaisah, S.Si, sebagai laboran di Laboratorium Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi yang telah membimbing selama praktikum.
7. Bapak dan Ibu Biro Akademik yang ada dalam lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi yang selalu siap dan sabar melayani penulis dalam pengurusan berkas akademik.
8. Terkhusus kepada Tim Minyak Nilam: A. Evi Suryani, Roslina, dan Hasfiah MS yang telah memberikan dukungan, tenaga, pikiran dan semangat serta telah menjadi patner kerja sama yang baik selama penelitian ini hingga penyusunan Skripsi.
9. Teman-teman B16 BANG (angkatan 2016) atas kebersamaannya selama 4 tahun ini, telah menjadi sahabat dan keluarga yang hangat, memberi banyak bantuan selama masa studi, selalu ada dalam suka maupun duka. Serta senior -senior jurusan Fisika angkatan 2010, 2011, 12ADIASI, ASAS 13LACK, INERS14, dan RES15TOR. Juga adik-adik INTENS17AS, INH18ITOR, dan R19EL.

10. Teman-teman HMJ-Fisika, FLP Ranting UINAM, LDF Ulil Albaab yang telah mengajarkan banyak hal tentang organisasi.
11. Teman-Teman KKN 62 posko 7 Desa Mamampang dan Keluarga besar Desa Mamampang, Dusun Sangkara'na, Kec. Tombolopao Kab.Gowa.

Sangat banyak orang yang berjasa kepada Penulis selama menempuh pendidikan di UIN Alauddin Makassar sehingga tidak sempat disebutkan namanya satu persatu. Penulis mengucapkan banyak terima kasih, semoga apa yang dilakukan bernilai ibadah disisi-Nya dan dibalas dengan yang lebih baik, aamiin. Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih banyak kekurangan baik dari segi sistematika penulisan, maupun dari segi bahasa yang termuat di dalamnya. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun senantiasa penulis harapkan.

Makassar, 05 Februari 2019

Penyusun,

Mulyana Surya Ningsih

NIM. 60400116007

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	i
PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR SIMBOL	xii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian.....	6
D. Ruang Lingkup.....	7
E. Manfaat Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN TEORITIS	9
A. Minyak Atsiri	9
B. Jenis-jenis Minyak Atsiri	13

C. Minyak Nilam (Patchouli oil).....	18
D. Pemanfaatan Minyak Nilam	24
E. Proses Pembuatan Minyak Nilam	24
F. Ikatan Material	28
G. Logam Besi (Fe).....	33
H. Metode Kompleksometri	37
I. Etilen Diamin Tetra Asetat (EDTA)	38
J. Spektrofotometer.....	39
K. Atomic Absorption Spectrofotometer (AAS)	42
L. Chromatography- Mass Spectrometry (CG-MS)	45
BAB III METODE PENELITIAN	49
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	49
B. Alat dan Bahan.....	49
C. Prosedur Kerja.....	50
D. Bagan Alir Penelitian.....	56
E. Tabel Pengamatan	57
F. Rencana Penelitian.....	59
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	60
Reduksi Logam Fe dalam Minyak Nilam	60
BAB V PENUTUP	70
A. Kesimpulan	70
B. Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	72

BIOGRAFI PENULIS

LAMPIRAN-LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

No.	Keterangan Gambar	Halaman
2.1.	<i>Pogostemon cablin Benth</i>	19
2.2.	Seperangkat alat <i>water distillation</i>	25
2.3.	Seperangkat alat <i>water and steam distillation</i>	26
2.4.	Seperangkat alat <i>steam distillation</i>	27
2.5.	Seperangkat alat <i>microwave distillation</i>	28
2.6.	Mekanisme pengikatan EDTA dengan logam	39
2.7.	Skema alat spektrofotometer UV-VIS (<i>single beam</i>)	41
2.8.	Skema alat spektrofotometer UV-VIS (<i>double beam</i>)	41
2.9.	Skema/ susunan umum komponen alat AAS	45
2.10.	Skema alat GC-MS	47
3.1	Minyak nilam	50
3.2	Minyak nilam 100 ml	53
3.3	Minyak nilam 20 ml	53
3.4	Menimbang EDTA	53
3.5	Larutan minyak nilam 100 ml + EDTA	54
3.6	Larutan minyak nilam 20 ml + EDTA	54
3.7	Mengaduk sampel	54
3.8	Menyaring minyak nilam	55
3.9	Minyak nilam hasil reduksi dengan $V_o=100$ ml	55
3.10	Minyak nilam hasil reduksi dengan $V_o=20$ ml	56
4.1	Minyak nilam sebelum reduksi	62
4.2	Minyak nilam sebelum reduksi dengan $V_o=100$ ml	64
4.3	Minyak nilam setelah reduksi dengan $V_o=100$ ml	64
4.4	Minyak nilam sebelum reduksi dengan $V_o=20$ ml	66

4.5	Minyak nilam setelah reduksi dengan $V_0=20$ ml	66
4.6.	Struktur kimia EDTA	68
4.7.	Mekanisme pengikatan EDTA dengan logam	68
4.8.	Struktur senyawa kompleks besi (III) EDTA	69



DAFTAR TABEL

No.	Keterangan Tabel	Halaman
2.1.	Standar Kualitas Minyak Nilam Indonesia	20
2.2.	Sifat Fisik dan Kimia Besi (Fe)	36
3.1.	Karakteristik minyak nilam	57
3.2.	Pengaruh konsentrasi pengkelat dan lama pengadukan terhadap warna minyak nilam	57
3.3.	Pengaruh konsentrasi pengkelat dan lama pengadukan terhadap perubahan volume minyak nilam dengan $V_o=100$ ml	57
3.4.	Pengaruh konsentrasi pengkelat dan lama pengadukan terhadap perubahan volume minyak nilam dengan $V_o=20$ ml	58
3.5.	Rencana Penelitian	59
4.1	Karakteristik minyak nilam dengan sebelum reduksi	63
4.2	Pengaruh konsentrasi pengkelat dan lama pengadukan terhadap perubahan warna minyak nilam	63
4.3	Pengaruh konsentrasi pengkelat dan lama pengadukan terhadap perubahan volume minyak nilam dengan $V_o=100$ ml	65
4. 4	Pengaruh konsentrasi pengkelat dan lama pengadukan terhadap perubahan volume minyak nilam dengan $V_o=20$ ml	66

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
M	Massa	Gram
V	Volume	ml
N	Normalitas	N
I	Intensitas cahaya	Cd
ϵ	Absorptivitas molar	$\text{L mol}^{-1} \text{cm}^{-1}$
B	Panjang medium	Cm
C	Konsentrasi atom yang menyerap sinar	Ppm
A	Absorbansi	-
T	Lama pengadukan	Menit
V	Kecepatan	Rpm

ABSTRAK

NAMA : MULYANA SURYA NINGSIH
NIM : 60400116007
JUDUL SKRIPSI : REDUKSI LOGAM BESI (Fe) DALAM MINYAK
NILAM (*Patchouli oil*) DENGAN METODE
KOMPLEKSOMETRI MENGGUNAKAN *Etilen Diamin
Tetra Asetat (EDTA)*

Minyak nilam merupakan salah satu produksi agro industri yang menjadi penyumbang devisa negara, karena memiliki nilai jual (ekspor) yang tinggi. Namun, beberapa tahun terakhir Indonesia mengalami penurunan nilai jual minyak nilam. Hal ini disebabkan kualitas minyak nilam yang dihasilkan tidak sesuai dengan ketentuan SNI-06-2385-2006 terkait standar mutu perdagangan. Penyebab menurunnya kualitas yang diperoleh karena produksi minyak nilam masih menggunakan alat penyulingan yang terbuat dari logam besi (Fe). Sehingga minyak nilam yang dihasilkan telah terkontaminasi dengan logam Fe yang menyebabkan warnanya keruh dan gelap. Penelitian reduksi logam Fe dalam minyak nilam, dengan bervariasi konsentrasi pengkelat *etilen diamin tetra asetat* serta lama pengadukan 90 menit. Untuk mengetahui perubahan warna dan volume yang dihasilkan sebelum dan sesudah reduksi. Proses reduksi dilakukan dengan menggunakan metode kompleksometri, yaitu pengikatan logam menggunakan bahan pengkelat (*cheating agent*). Variasi konsentrasi bahan pengkelat (EDTA) dengan lama pengadukan 90 menit berpengaruh terhadap warna minyak nilam hasil reduksi. Hal ini dibuktikan dengan terjadinya perubahan warna pada minyak nilam setelah reduksi meskipun tidak signifikan. Saat proses reduksi juga terjadi pengurangan volume minyak nilam dari volume awalnya. Volume awal 100 ml berkurang rata-rata 18,75 ml dan volume awal 20 ml berkurang rata-rata 4,5 ml.

Kata Kunci: *EDTA, Kompleksometri, Logam Fe, Minyak Nilam*

ABSTRACT

NAMA : MULYANA SURYA NINGSIH
NIM : 60400116007
JUDUL SKRIPSI : REDUCTION OF IRON (Fe) IN *Patchouli oil* WITH
COMPLEXOMETRY METHOD USING *Ethylene Diamin
Tetra Acetate* (EDTA)

Patchouli oil is one of the agro-industrial products that contributes to the country's foreign exchange, because it has a high selling value (export). However, in recent years, Indonesia has experienced a decline in the selling value of patchouli oil. This is because the quality of the patchouli oil produced is not in accordance with the SNI-06-2385-2006 provisions regarding trade quality standards. The cause of the decline in quality is because patchouli oil production still uses a distillation made of ferrous metal (Fe). So that the resulting patchouli oil has been contaminated with Fe metal which causes the color to be cloudy and dark. Research on the reduction of Fe metal in patchouli oil, by varying the concentration of chelating ethylene diamine tetra acetate and stirring time 90 minutes. This is to determine the changes in color and volume produced before and after reduction. The reduction process is carried out using the complexometric method, namely the binding of the metal using a cheating agent. The variation in the concentration of chelating agent (EDTA) with a stirring time of 90 minutes affected the color of reduced patchouli oil. This is evidenced by the occurrence of color changes in patchouli oil after reduction, although not significant. During the reduction process there is also a reduction in the volume of patchouli oil from its initial volume. The initial volume of 100 ml decreased by an average of 18.75 ml and the initial volume of 20 ml was reduced by an average of 4.5 ml.

Keywords: *EDTA, Complexometry, Fe Metal, Patchouli Oil*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Salah satu produksi agro industri yang mempunyai harapan cerah untuk dikembangkan adalah minyak atsiri. Di pasar dunia saat ini terdapat 70 jenis minyak atsiri yang diperdagangkan. Ada 40 jenis tumbuhan yang menghasilkan minyak atsiri di Indonesia, tetapi yang memiliki peranan nyata sebagai komoditas ekspor hanya 14 jenis. Minyak atsiri juga sering disebut minyak esteris atau minyak terbang banyak diperlukan dalam kehidupan sehari-hari (Ahmad Idris, dkk., 2014: 79).

Pada umumnya minyak atsiri memiliki struktur molekul yang mudah menguap atau dikenal dengan volatil yang berasal dari ikatan turunan dari beberapa jenis tumbuhan yang menghasilkan minyak atsiri (Ismail Sulaiman, 2014: 7). Sebagian komponen minyak atsiri adalah senyawa yang mengandung karbon, hidrogen, dan oksigen yang tidak bersifat aromatik. Senyawa-senyawa ini secara umum disebut terpenoid (Maulana M Al Hanief, dkk., 2013: 219).

Pengolahan minyak atsiri semakin meningkat dari tahun ke tahun seiring dengan perkembangan teknologi dan industri modern. Beberapa penelitian melaporkan bahwa berbagai jenis tumbuhan digunakan sebagai bahan untuk diolah menjadi minyak atsiri. Diantaranya yaitu daun nilam, daun cengkeh, kembang lesan, bunga mawar, biji kapulaga, daun kemangi, kayu manis, dan tumbuhan lainnya. Menurut Maulana M Al Hanief, dkk (2013: 219) minyak atsiri bisa didapatkan dari bahan-bahan di atas yang meliputi pada bagian daun, bunga, batang, dan akar.

Salah satu jenis tumbuhan yang paling banyak digunakan sebagai bahan untuk membuat minyak atsiri adalah daun nilam. Menurut Retno Harti, dkk (2014: 75) minyak nilam diperoleh melalui proses penyulingan tumbuhan nilam, merupakan salah satu jenis minyak atsiri. Minyak nilam dimanfaatkan pada industri kosmetik, menambah aroma pasta gigi, sabun, makanan, obat-obatan (farmasi), parfum, dan industri lainnya (Syarifatuz Zainah, 2014: 2).

Daerah tropis Asia Tenggara tumbuhan nilam berasal terutama Indonesia dan Filipina, Amerika Selatan, India dan Cina. Ada tiga jenis tumbuhan nilam di Indonesia berdasarkan karakter morfologi, kandungan dan kualitas minyak dan ketahanan terhadap biotik dan abiotik. Ketiga jenis tumbuhan nilam tersebut yaitu: *Pogostemon cablin Benth* (nilam Aceh), *Pogostemon Hortensis* (nilam sabun), *Pogostemon Heuneanus* (nilam Jawa) (Syukran, dkk., 2016: 28).

Dari ketiga jenis tersebut, nilam yang paling banyak dibudi dayakan dan tersebar luas adalah nilam Aceh. Karena minyak yang dihasilkan memiliki kadar dan kualitas lebih tinggi dibandingkan yang lain (Syukran, dkk., 2016: 28). Indonesia menduduki posisi negara penghasil minyak nilam terbesar yang memenuhi kebutuhan di dunia dengan harga pasar 90%. Pada tahun 2004, Indonesia mengekspor minyak nilam hingga 2074 ton atau senilai US\$ 27,137 juta. Tetapi, beberapa tahun terakhir Indonesia terancam posisinya oleh negara Cina, Vietnam, dan India (Ahmad Idris, dkk., 2014: 80).

Penyebab terjadinya penurunan harga pasar minyak nilam yaitu kualitasnya tidak sesuai dengan standar kualitas perdagangan yang telah ditetapkan Standar Nasional Indonesia (SNI-06-2385-2006). Salah satu yang paling menentukan kualitas minyak nilam adalah kadar *patchouli alcohol*. *Patchouli alcohol* memiliki sifat sebagai zat fiksatif dimana sifat ini mampu

mengikat dan mencegah penguapan aroma sehingga dapat bertahan lebih lama. *Patchouli alcohol* merupakan komponen utama dalam minyak nilam dengan presentasi 35-40%. Menurut SNI, kadar *patchouli alcohol* minimum dalam minyak nilam untuk diperdagangkan adalah 30% (Rifki Amrullah, dkk., 2017: 78).

Penurunan kadar *patchouli alcohol* dalam minyak nilam disebabkan oleh proses penyulingan minyak nilam yang masih sangat sederhana atau menggunakan alat seadanya. Menurut Ma'mun (2008: 36) sebagian penyulingan minyak nilam masih menggunakan alat penyuling yang terbuat dari logam besi, hal ini menyebabkan minyak nilam yang dihasilkan berwarna gelap dan keruh karena terjadi reaksi antara logam besi (Fe) dengan minyak. Hal ini akan sangat berpengaruh terhadap produk-produk yang dihasilkan dari minyak nilam, seperti obat-obatan dan parfum. Menurut SNI, standar mutu minyak nilam untuk kadar besi adalah maksimal 25 mg/kg.

Berbagai upaya telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya untuk mereduksi kadar besi dalam minyak nilam. Upaya yang dilakukan yaitu menggunakan metode kompleksometri (Ma'mun, 2008), menggunakan karbon aktif tempurung kelapa sawit dengan asam nitrat (Retno Harti, 2014), menggunakan adsorben karbon aktif $ZnCl_2$ yang dimodifikasi dengan amonia (Allwar, dkk., 2015), pengkelatan (Meuthia Busthan, 2011), menggunakan kitosan sisik ikan (Nadia Kresentia Manalu, dkk., 2019), dan upaya lainnya.

Salah satu upaya yang menarik perhatian peneliti sebelumnya yaitu dengan menggunakan metode kompleksometri. Menurut Rahmat Akbar Manalu, dkk (2019: 311) Kompleksometri atau pengkelatan merupakan cara mengikat ion logam dengan memasukkan bahan pengkelat yang membentuk kompleks logam

senyawa pengkelat. Menurut Arkie Septiana A, dkk (2012: 23) metode kompleksometri merupakan proses menarik logam dari suatu cairan menggunakan senyawa yang mempunyai lebih dari satu pasang elektron bebas. Pengikatan ion logam tersebut serupa dengan proses penjepitan (pengkelatan), senyawa pengkelat (*cheating agent*) adalah senyawa yang menjepit dan ion logam disebut ion pusat karena berada di titik pusat.

Proses pengkelatan berlangsung karena adanya *sharing electron* atau penggunaan elektron bersama antara ion logam dan ion pengkelat (Ma'mun, 2008: 38). Beberapa jenis bahan pengkelat (*cheating agent*) digunakan para peneliti sebelumnya pada metode kompleksometri ini. *Etilen diamin tetra asetat* (EDTA); asam sitrat; dan asam tartarat adalah pengkelat yang banyak digunakan dalam menarik logam dari suatu campuran (Ma'mun, 2008) dan (Harunsyah, 2011), serta menggunakan bahan alami yaitu jus jeruk nipis (Arkie Septiana A, dkk., 2012), dan beberapa bahan pengkelat lainnya.

Ma'mun (2008) telah melakukan pemurnian minyak nilam dengan menggunakan jenis pengkelat *etilen diamin tetra asetat*; asam tartarat; dan asam sitrat. Masing-masing konsentrasi pada bahan pengkelat terdiri dari 0,50%; 1,0%; dan 1,50%, dengan lama waktu pengadukan 30; 60; dan 90 menit. Pada penelitian tersebut hasil pemurnian terbaik diperoleh dari perlakuan senyawa pengkelat dengan EDTA pada konsentrasi 1,50% dan lama pengadukan selama 90 menit. Kejernihan 88,86% dan kandungan Fe 17,66 ppm diperoleh sebagai hasil minyak nilam terbaik.

Harunsyah (2011) juga telah melakukan pemurnian minyak nilam dengan menggunakan jenis bahan pengkelat yang sama. Masing-masing konsentrasi pada bahan pengkelat terdiri dari 0,50%; 1,0%; dan 1,50%. Variasi waktu pengadukan

yaitu 60, 90, 120 menit. Diperoleh hasil penelitian menunjukkan EDTA menghasilkan minyak dengan kandungan Fe paling rendah, lalu disusul berturut-turut oleh asam sitrat dan asam tartarat. Fe terendah yang terkandung dapat dicapai pada minyak nilam adalah 19,60 ppm didapatkan dari kombinasi pemberian EDTA konsentrasi 1,50% dengan lama pengadukan 120 menit.

Sedangkan penelitian yang telah dilakukan oleh Fatma Saputri, dkk (2014) yaitu mereduksi kandungan Fe menggunakan EDTA dalam minyak daun cengkeh. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa presentase berkurangnya kandungan Fe pada konsentrasi masing-masing pengkelat adalah 69,1824; 75,1572; 83,333; dan 70,1257 untuk konsentrasi EDTA 0,6%, 1,2%, 1,8%, dan 2,4%. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi EDTA 1,8% paling efektif mereduksi kandungan logam Fe dari 3,75 ppm menjadi 0,625 ppm.

Pada penelitian ini akan dilakukan reduksi logam besi (Fe) dalam minyak nilam hasil industri dengan metode kompleksometri (pengkelatan) menggunakan jenis senyawa pengkelat EDTA. Metode kompleksometri dipilih dalam penelitian ini karena menurut Arkie Septiana A, dkk (2012) metode ini tidak terlalu sulit untuk diterapkan dan menurut Ma'mun (2008) metode kompleksometri lebih gampang dan menguntungkan dibandingkan dengan metode penyulingan ulang (redistilasi) maupun metode lainnya.

Sedangkan jenis bahan pengkelat EDTA dipilih karena menurut Fatma Saputri, dkk (2014) dan Ma'mun (2008) bahan ini mempunyai kemampuan terbaik dalam mereduksi kandungan logam besi dalam minyak daun cengkeh dan nilam. Menurut Harunsyah (2011) EDTA mempunyai kemampuan yang lebih besar dalam mengikat logam Fe dibanding asam sitrat maupun asam tartarat. Karena EDTA mempunyai 6 pasang elektron bebas yang berasal dari gugus $C=O$

dan atom N. Asam sitrat hanya mempunyai 3 pasang elektron bebas, sementara hanya 2 pasang elektron bebas yang dimiliki asam tartarat.

Pada penelitian ini akan menggunakan jenis pengkelat menggunakan konsentrasi EDTA (1,5%; 2%; 2,5%; dan 3%) dan lama pengadukan 90 menit. Variasi konsentrasi dan lama pengadukan 90 menit dipilih untuk mendapatkan presentasi hasil pemurnian minyak nilam yang lebih jernih dan lebih efektif mereduksi logam Fe dibandingkan penelitian sebelumnya. Sehingga dapat lebih meningkatkan mutu minyak nilam agar memiliki nilai jual (ekspor) yang lebih tinggi dari sebelumnya.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi pengkelat *etilen diamin tetra asetat* (EDTA) (1,5%; 2%; 2,5%, dan 3%) serta lama pengadukan 90 menit dengan metode kompleksometri terhadap warna minyak nilam hasil reduksi?
2. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi pengkelat *etilen diamin tetra asetat* (EDTA) (1,5%; 2%; 2,5%, dan 3%) serta lama pengadukan 90 menit dengan metode kompleksometri terhadap volume minyak nilam hasil reduksi?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi pengkelat *etilen diamin tetra asetat* (EDTA) (1,5%; 2%; 2,5%, dan 3%) serta lama pengadukan 90 menit dengan metode kompleksometri terhadap warna minyak nilam hasil reduksi.

2. Untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi pengkelat *etilen diamin tetra asetat* (EDTA) (1,5%; 2%; 2,5%, dan 3%) serta lama pengadukan 90 menit dengan metode kompleksometri terhadap volume minyak nilam hasil reduksi.

D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Proses reduksi kandungan logam besi (Fe) dalam minyak nilam dilakukan dengan metode kompleksometri menggunakan *etilen diamin tetra asetat* (EDTA).
2. Akan digunakan EDTA dengan variasi konsentrasi (1,5 %; 2 %; 2,5 %; dan 3%) dan lama pengadukan 90 menit.
3. Perubahan warna minyak nilam diamati berdasarkan pengamatan visual sebelum dan sesudah reduksi.
4. Perubahan volume minyak nilam diamati dengan cara membandingkan volume sebelum dan sesudah reduksi.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai masukan mengembangkan penelitian mengenai penggunaan metode kompleksometri menggunakan jenis bahan pengkelat EDTA untuk mereduksi logam besi (Fe) dalam minyak nilam.
2. Meningkatkan nilai jual minyak nilam yang berdampak terhadap peningkatan pendapatan produsen minyak nilam.
3. Meningkatkan kualitas minyak nilam sesuai dengan SNI-06-2385-2006 terkait standar mutu perdagangan yang sudah ditetapkan.

4. Mendorong pendirian industri minyak nilam di Indonesia yang memiliki kualitas yang bagus dan nilai jual yang tinggi.



BAB II

TINJAUAN TEORITIS

A. Minyak Atsiri

Sejak 3000 tahun yang lalu minyak atsiri telah dikenal dan digunakan serta dipelajari sejak lama. Awalnya minyak atsiri (patchouli oil) dimanfaatkan oleh bangsa Mesir sebagai bahan ritual dan obat-obatan dalam bidang kedokteran dan mengalami perkembangan sampai ke berbagai negara seperti Cina, Iran, dan India. berdasarkan sejarah minyak atsiri diperoleh sebagai bahan dasar parfum pada abad ke-13. Minyak atsiri terus berkembang seiring perkembangan teknologi dan inovasi, hingga digunakan sebagai bahan dasar makanan, kosmetik, dan obat-obatan (Ismail Sulaiman, 2014: 7).

Penggunaan minyak dari tumbuhan telah dijelaskan pada beberapa ayat dalam al-Qur'an, yaitu QS. Al-Mu'minun/ 23: 20 yang berbunyi:

وَشَجَرَةً تَخْرُجُ مِنْ طُورِ سَيْنَاءَ تَنْبُتُ بِالدُّهْنِ وَصِبْغٍ لِلْأَكْلِينَ ﴿٢٠﴾

Terjemahnya:

“Dan (Kami tumbuhkan) pohon (zaitun) yang tumbuh dari gunung sinai, yang menghasilkan minyak, dan bahan pembangkit selera bagi orang-orang yang makan” (QS. Al-Mu'minun/ 23: 20).

Menurut tafsir al-Misbah oleh Muhammad Quraish Shihab menjelaskan bahwa ayat ini menjelaskan bahwa pohon zaitun merupakan salah satu anugerah Allah yang sangat besar disebutkan dalam beberapa ayat sebelum dan sesudah ayat ini. Karena zaitun merupakan jenis pohon kayu yang berumur ratusan tahun. Manusia tidak perlu lagi bersusah payah menanamnya, tetapi bisa memanen buahnya untuk waktu yang sangat panjang. Kelebihan lain dari pohon zaitun

adalah memiliki warna yang selalu hijau dan indah. Selain itu, penelitian aktual membuktikan bahwa pohon zaitun adalah bahan makanan yang sangat baik dan mengandung kadar protein cukup tinggi. Zaitun juga mengandung bahan makanan terpenting manusia yaitu zat garam, zat besi dan fosforus. Selain itu, zaitun mengandung vitamin A dan B. Buah zaitun dapat menghasilkan minyak yang pada umumnya digunakan sebagai bahan makanan. Sementara dari bidang kesehatan, penelitian terbaru membuktikan bahwa zaitun bermanfaat untuk alat pencernaan pada umumnya, terutama hati. Kualitas minyak zaitun melebihi kualitas minyak lainnya, baik minyak nabati maupun minyak hewani, karena tidak mempunyai efek yang bisa menimbulkan penyakit pada peredaran dan pembuluh darah arteri seperti yang terdapat dalam jenis minyak lainnya. Zaitun juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan penghalus kulit, di samping kegunaan-kegunaan industri lain seperti industri produksi sabun di mana zaitun merupakan salah satu bahan campuran terbaik.

Ayat di atas menunjukkan bahwa Allah telah memberi petunjuk kepada hamba-Nya untuk memanfaatkan tumbuhan menjadi bahan untuk membuat minyak. Seperti yang dijelaskan bahwa minyak yang dihasilkan dari minyak zaitun dapat dimanfaatkan sebagai obat untuk membangkitkan selera makan, dan sebagai penerang dalam kegelapan. Hal ini menjadi petunjuk bagi orang-orang yang berpikir untuk memanfaatkan tumbuhan lain selain dari pohon zaitun. Sehingga bermunculanlah berbagai penelitian pembuatan minyak dari beberapa jenis tumbuhan. Contohnya yaitu minyak nilam, minyak cengkeh, minyak mawar, dan minyak lainnya yang biasa disebut dengan jenis minyak atsiri.

Minyak atsiri merupakan salah satu komoditas ekspor agroindustri potensial yang dapat menjadi andalan bagi Indonesia untuk mendapatkan devisa. Data statistik ekspor-impor dunia menunjukkan bahwa konsumsi minyak atsiri dan turunannya naik sekitar 8,9% dari tahun 2015 ke tahun 2016. Ekspor minyak atsiri tahun 2015 senilai 637.000.000 US\$ tahun 2016 (Badan Pusat Statistik, Kementerian Perdagangan., 2016). Kenaikan tersebut didorong oleh perkembangan kebutuhan untuk industri *food flavouring*, industri kosmetik dan wewangian (IG. Tirta dan PT. Agus Hendra Wibawa, 2017: 13).

sekarang ini terdapat 70 jenis minyak atsiri yang diperdagangkan di pasar dunia dan Indonesia memiliki 40 macam tumbuhan penghasil minyak atsiri, namun hanya ada 14 jenis yang mempunyai peran nyata sebagai komoditas ekspor (Ahmad Idris, dkk., 2014: 79). Minyak atsiri pada umumnya memiliki struktur molekul yang mudah menguap atau dikenal dengan volatil yang berasal dari ikatan turunan beberapa tumbuhan yang menghasilkan minyak atsiri (Ismail Sulaiman, 2014: 7). Sebagian komponen minyak atsiri adalah karbon, hidrogen, dan oksigen yang tidak bersifat aromatik. Senyawa-senyawa ini secara umum disebut terpenoid (Maulana M Al Hanief, dkk., 2013: 219).

Menurut Fransiska Ariyani, dkk (2008: 124) secara umum sifat fisis minyak atsiri adalah sebagai berikut:

1. Warna: biasanya minyak atsiri yang baru dipisahkan tidak berwarna. disebabkan karena penguapan, dan mungkin oksidasi, warnanya dapat bermacam-macam, seperti: hijau, coklat, kuning, biru, dan merah.
2. Rasa: berbagai jenis rasa (ada yang manis, pedas, asam, pahit, dan ada pula yang mempunyai rasa membakar).

3. Bau: memiliki bau khas dan merangsang untuk tiap jenisnya.
4. Berat jenis: berkisar antara 0,698-1,188 (gr/cm^3) pada 15°C . Kisaran nilai koreksinya untuk tiap perubahan 1°C adalah antara 0,00042-0,00084.
5. Kelarutan: dapat larut dalam alkohol, eter, kloroform, asam asetat pekat, dan pelarut organik lain; tidak larut dalam air, kurang larut dalam alkohol encer yang kadarnya kurang dari 70%.
6. Sifat: zat pelarut yang baik untuk lemak, minyak, resin, kamfer, sulfur, dan fosfor.
7. Indeks bias: berkisar antara 1,3-1,7 pada suhu 20°C dengan kisaran angka koreksinya antara 0,00039-0,00049 untuk tiap perubahan 1°C .
8. Putaran optik: berkisar antara -100° sampai $+100^\circ$ pada suhu 20°C . Kisaran nilai koreksinya hanya dibuat untuk minyak sitrun untuk tiap perubahan 1°C yaitu 8,2-13,2.

Minyak atsiri yang biasa disebut sebagai minyak eteris atau minyak yang mudah menguap dihasilkan dari bagian jaringan tanaman tertentu seperti akar, batang, kulit, daun, bunga, atau biji (Lilis Rosmaniar Tambunan, 2017 : 58). Iklim tropis di Indonesia memungkinkan berbagai jenis tumbuhan dapat dibudidayakan dengan baik, bahkan mampu menjadi komoditi ekspor. Ekspor minyak atsiri Indonesia masih relatif kecil, apabila dilihat dari total ekspor non migas (Astrilia Damayanti dan Endah Ayu Fitriana, 2012: 2).

Menurut IG. Tirta dan PT. Agus Hendra Wibawa (2017: 12-13) proses produksi minyak atsiri dapat ditempuh melalui 3 cara, yaitu :

1. Pengempaan (*pressing*),
2. Ekstraksi menggunakan pelarut (*solvent extraction*),

3. Penyulingan (*distillation*)

Penyulingan merupakan metode yang paling banyak digunakan untuk mendapatkan minyak atsiri. Penyulingan dilakukan dengan mendidihkan bahan baku di dalam ketel suling sehingga terdapat uap yang diperlukan untuk memisahkan minyak atsiri dengan cara mengalirkan uap jenuh dari ketel pendidih air (*boiler*) ke dalam ketel penyulingan.

B. Jenis-jenis Minyak Atsiri

Telah dijelaskan dalam al-Qur'an bahwa tumbuh-tumbuhan diciptakan memiliki banyak manfaat, salah satunya minyak sebagaimana tertera dalam QS. An-Nuur/ 24: 35 berikut:

﴿اللَّهُ نُورُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ ۚ مِثْلُ نُورِهِ كَمِشْكَاةٍ فِيهَا مِصْبَاحٌ ۚ الْمِصْبَاحُ فِي زُجَاجَةٍ ۚ الزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا كَوْكَبٌ دُرِّيٌّ يُوقَدُ مِنْ شَجَرَةٍ مُبَارَكَةٍ زَيْتُونَةٍ لَا شَرْقِيَّةٍ وَلَا غَرْبِيَّةٍ يَكَادُ زَيْتُهَا يُضِيءُ وَلَوْ لَمْ تَمْسَسْهُ نَارٌ ۚ نُورٌ عَلَى نُورٍ ۗ يَهْدِي اللَّهُ لِنُورِهِ ۗ مَنْ يَشَاءُ ۚ وَيَضْرِبُ اللَّهُ الْأَمْثَلَ لِلنَّاسِ ۖ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ ۝﴾

Terjemahnya:

“Allah (pemberi) cahaya (kepada) langit dan bumi. Perumpamaan cahaya-Nya, seperti sebuah lubang yang tidak tembus, yang di dalamnya ada pelita besar. Pelita itu di dalam tabung kaca, (dan) tabung kaca itu bagaikan bintang yang berkilauan, yang dinyalakan dengan minyak dari pohon yang diberkahi, (yaitu) pohon zaitun yang tumbuh tidak di timur dan tidak di barat, yang minyaknya (saja) hampir-hampir menerangi, walaupun tidak disentuh api. Cahaya di atas cahaya (berlapis-lapis), Allah memberi petunjuk kepada cahaya-Nya bagi orang yang Dia kehendaki, dan Allah membuat perumpamaan-perumpamaan bagi manusia. Dan Allah Maha Mengetahui segala sesuatu” (QS. An-Nuur/ 24: 35).

Dijelaskan dalam tafsir al-misbah bahwa Allah adalah sumber segala cahaya di langit dan di bumi. Dialah yang menerangi keduanya dengan cahaya bersifat materiil dapat dilihat dan berjalan di bawah cahayanya. Sifat maknawi juga terdapat pada cahayanya seperti cahaya keadilan, kebenaran, keutamaan, pengetahuan, petunjuk, dan keimanan. Juga menerangi langit dan bumi dengan bukti-bukti yang terkandung di alam raya ini dan segala sesuatu yang menunjukkan wujud Allah serta mengajak untuk beriman kepada-Nya. Kejelasan cahaya-Nya dan bukti-buktinya yang mengagumkan seperti cahaya sebuah lampu yang sangat terang. Lampu tersebut diletakkan di sebuah celah dinding rumah yang dapat membantu mengumpulkan dan memantulkan cahaya. Lampu itu berada dalam kaca bening dan bersinar seperti matahari, mengkilap seperti mutiara. Bahan bakarnya diambil dari minyak pohon yang banyak berkahnya, berada di tempat dan tanah yang baik, yakni pohon zaitun. Ditanam di tengah-tengah antara timur dan barat membuatnya selalu mendapat sinar matahari sepanjang hari, pagi, dan sore. Pohon itu berada di puncak gunung atau di tanah kosong yang mendapatkan sinar matahari dalam sehari penuh. Karena teramat jernih, minyaknya seakan hampir menyala, meskipun lampu tersebut tidak disentuh api. Semua faktor tersebut menambah sinar dan cahaya lampu menjadi berlipat ganda. Allah memaparkan contoh-contoh yang bersifat materiil agar persoalan-persoalan yang bersifat rasional mudah dipahami. Allah subhanahu wa ta'ala Maha luas pengetahuan-Nya. Dia mengetahui siapa saja yang memperhatikan ayat-ayat-Nya dan siapa yang enggan dan sombong. Dia akan memberi balasan kepada mereka atas itu semua.

Minyak atsiri terdiri dari berbagai jenis berdasarkan jenis tumbuhan yang digunakan sebagai bahan dasar untuk membuat minyak atsiri:

1. Minyak Nilam

Minyak nilam (*Patchouli oil*) merupakan minyak atsiri yang didapat dari hasil penyulingan daun, batang, dan cabang tumbuhan nilam. Merupakan salah satu jenis minyak atsiri yang fungsinya dalam industri sabun, kosmetik, dan parfum, yang tidak dapat digantikan oleh zat sintetis karena sangat berperan dalam menentukan kekuatan, sifat dan ketahanan wangi. Hal ini dikarenakan oleh sifatnya yang dapat mengikat bau wangi bahan pewangi lain (fiksatif) dan sekaligus membentuk bau harmonis dalam suatu campuran (Ahmad Idris, dkk., 2014: 80).

2. Minyak Cengkeh

Minyak cengkeh berasal dari tanaman cengkeh (*Eugenia aromaticum*) baik dari bunga, batang, daun, dan gagang cengkeh. Cengkeh termasuk suku *Myrtaceae* yang banyak ditanam di beberapa negara termasuk Indonesia. Minyak cengkeh memiliki efek terapi untuk asma dan beberapa alergi. Kandungan terbesar minyak cengkeh adalah eugenol. Eugenol bermanfaat dalam pembuatan vanilin merupakan bahan pemberi aroma pada makanan, permen, coklat dan parfum (Luluk Pratiwi, dkk., 2016: 655).

3. Minyak Kemangi

Pada tanaman kemangi memiliki banyak kandungan kimia antara lain saponin, flavonoid, tanin, dan minyak atsiri. Berdasarkan hasil GC-MS memperlihatkan bahwa minyak atsiri yang berasal dari kemangi terdiri dari 54 komponen, dengan 9 komponen utama yang memiliki kandungan di atas 2%, ke 9 komponen utama tersebut adalah linalool (2,03%), Z-sitral (7,02%), geraniol (7,86%), metil eugenol (4,88%), 3-heksadekanoat (2,48%), etil 9-

oktadekenoat (10,62%), asam etil heksadekanoat (17,72%), dan asam etil ktadekanoat (14,83%) (Syamsu Nur, dkk., 2019: 363).

4. Minyak Akway

Akway merupakan salahh satu jenis tumbuhan asli Papua, yang juga termasuk kerabat *Winteraceae*. Akway digunakan sebagai tumbuhan obat tradisional Suku Sougb di Distrik Sururey Papua. Tumbuhhan ini digunakan untuk mengobati malaria dan untuk meningkatkan daya tahan tubuh dalam melakukan pekerjaan berat, serta untuk meningkatkan vitalitas tubuh. Kandungan minyak atsiri daun akway sebesar 0,2%, dengan kompoen penyusun minyak atsirinya yang meliputi kelompok senyawa terpen dan turunannya sebesar 83,67% (Gino Nemesio Cepeda, dkk., 2011).

5. Minyak Tembakau

Daun tembakau diketahui telah diketahui mengandung senyawa-senyawa kimia, mulai dari golongan asam, alkohol, aldehid, keton, alkaloid, asam amino, dll. Daun tembakau juga mengandung minyak atsiri, karena minyak atsiri umumnya banyak terdapat pada tanaman yang memiliki bau atau aroma (Elda Nurnasari dan Subiyakto, 2011: 571).

6. Minyak Pucuk Merah

Pucuk merah merupakan suatu tanaman perdu yang berdaun selalu hijau, kaya akan fenol, flavonoid antioksidan, dan asam betulinic. Ciri khas dari jenis tumbuhan ini jika diremas akan mengeluarkan aroma khas kandungan minyak atsiri yang terdapat pada berbagai *Syzygium*. Jika diremas, daunnya memproduksi suatu pewangi (*fragrance*) yang seperti dimiliki oleh cinnamon (Fahrul Rozi Sembiring, dkk., 2017: 2).

7. Minyak Sirih

Sirih (*Piper betle* L) adalah salah satu spesies dalam genus piper yang sangat dikenal masyarakat, karena tidak hanya dimanfaatkan sebagai herbal namun juga memiliki nilai penting dalam kultur atau budaya masyarakat. Daun sirih mengandung minyak atsiri 0,8-1,8% yang terdiri atas kvvikol, kavibetol (betel fenol), alilpirokatekol (hidroksikavikol) (Yuli Widiastuti, dkk., 2013: 87).

8. Minyak Kenanga

Minyak *ylang-ylang* maupun kenanga memiliki kandungan kimia yang sangat kompleks dan sebagian besar komponen kimia minyak *ylang-ylang* juga terdapat pada minyak kenanga. Minyak kenanga dapat digunakan dalam industri farmasi untuk pembuatan obat-obatan, industri kosmetik, bahan pewangi, dan sebagai campuran bahan makanan (Rini Pujiarti, dkk., 2015: 4).

9. Minyak Cendana

Cendana merupakan sumber penghasil minyak atsiri dan merupakan komoditi asil hutan bukan kayu yang potensial di Provinsi NTT dan tergolong mewah karena sifat kayu terasnya yang khas dan mengandung minyak dengan aroma yang spesifik. Minyak cendana adalah bahan penting dalam pembuatan parfum dan kosmetik, selain itu dapat dipergunakan sebagai campuran dalam industri sabun (Asriyanti dan M. Y. Asbur., 2018: 559).

10. Minyak Mawar

Minyak mawar merupakan salah satu produk minyak bunga yang memungkinkan untuk diproduksi di Indonesia dengan kualitas ekspor. Minyak mawar dapat diproduksi dengan menggunakan metode ekstraksi pelarut diantaranya adalah maserasi. Komponen utama pada minyak mawar

yang berupa cairan berwarna kuning pucat mengandung fenil etil alkohol, geraniol dan sitronellol (Astrilia Damayanti dan Endah Ayu Fitriana, 2012: 2).

C. Minyak Nilam (*Patchouli oil*)

Tanaman nilam (*Pogostemon cablin Benth*) merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri yang cukup penting sebagai komoditi ekspor Indonesia dan menyumbang devisa sekitar 60% dari total ekspor minyak atsiri nasional (Novita Setya H, dkk., 2012: 25). Indonesia merupakan penghasil minyak nilam terbesar di dunia yang setiap tahunnya memasok 70% hingga 90% kebutuhan dunia. Ekspor minyak nilam Indonesia berfluktuasi dengan laju peningkatan ekspor sekitar 6% per tahun atau sebesar 700 ton sampai 2.000 ton minyak nilam per tahun (Dyyah Resky Nurdin, dkk., 2017: 19).

Tanaman nilam yang tumbuh dan dipelihara dengan baik bisa dipanen pada umur 6-8 bulan dan selanjutnya dipanen setiap 3-4 bulan setelah panen pertama. Pemanenan dilakukan ketika daunnya masih berwarna hijau tua dan belum berubah menjadi cokelat. Dilakukan pada pagi atau sore hari agar diperoleh kandungan minyak yang tinggi.

Menurut penelitian Nuryani (2006), ada tiga macam jenis tumbuhan nilam di Indonesia berdasarkan karakter morfologi, kandungan dan kualitas minyak dan ketahanan terhadap biotik dan abiotik. Ketiga jenis tumbuhan nilam tersebut yaitu: *Pogostemon cablin Benth* (nilam Aceh), *Pogostemon Hortensis* (nilam sabun), *Pogostemon Heuneanus* (nilam Jawa). Dari ketiganya, nilam yang paling banyak ditanam dan tersebar luas adalah nilam Aceh karena memiliki kadar dan

kualitas minyak yang dihasilkan lebih bagus dibandingkan dengan yang lain (Syukran, dkk., 2016: 28).



Gambar 2.1. *Pogostemon cablin Benth*
(Isma Syauqiah, dkk., 2008: 22).

Nilam Aceh adalah komoditas unggulan seiring dengan peningkatan permintaan minyak nilam baik di pasar domestik maupun pasar internasional. Terdapat sekitar 2,5-5% minyak yang terkandung dalam minyak nilam, sehingga banyak diminati oleh petani maupun pasar. Ada tiga varietas nilam unggul dengan kadar dan kualitas minyak tinggi, yaitu Lhokseumawe, Tapak Tuan, dan Sidikalang. Beberapa kendala dalam industri minyak nilam antara lain kuantitas perolehan minyak (rendemen) yang rendah, kualitas minyak yang beragam, produksi tidak kontinyu serta harga berfluktuasi sehingga mengurangi daya saing industri minyak nilam nasional (Bangkit Gotama dan Mahfud, 2014).

Usaha meningkatkan produktivitas tumbuhan dan kualitas minyak nilam telah dimulai sejak tahun 1987, diawali dengan mengumpulkan plasma nutfah dari berbagai sentra produksi di daerah Aceh (Ellyta Effendy, dkk., 2019: 361). Minyak nilam atau *Patchouli oil* adalah minyak atsiri yang didapat dari penyulingan daun tanaman nilam (*Pogostemon cablin Benth*). Minyak nilam yang

termasuk dalam jenis minyak atsiri adalah komponen penting dalam industri parfumery seperti minyak wangi, sabun, deodoran, dll (Nadia Kresentia Manalu, dkk., 2019: 28).

Mutu minyak nilam sangat dipengaruhi oleh kandungan PA yang merupakan komponen utama dalam minyak nilam. Kandungan PA dalam minyak nilam yang dipersyaratkan dalam perdagangan Internasional adalah 30% (Bangkit Gotama dan Mahfud, 2014). Industri minyak nilam saat ini dicirikan dengan harga yang sangat fluktuatif. Nilai jual minyak nilam di dalam negeri dipengaruhi oleh nilai jual minyak nilam dunia (Hendrastuti, dkk., 2012: 16). Menurut Badan Standarisasi Nasional, rujukan untuk standar kualitas minyak nilam yang ditetapkan SNI nomor 06-2386-2006 ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 2.1. *Standar Kualitas Minyak Nilam Indonesia*

No.	Jenis yang diuji	Satuan	Ketentuan
1.	Warna	-	Kuning muda-cokelat kemerahan
2.	Berat jenis 25°/ 25°C	-	0.950-0.975
3.	Indeks bias (nD ²⁰)	-	1.507-1.515
4.	Kelarutan dalam etanol 90% pada suhu 20°C ± 3°C	-	Larutan jernih atau opalesensi ringan dalam perbandingan volume 1 : 10
5.	Bilangan asam	-	Max. 8
6.	Bilangan ester	-	Max. 20
7.	Putaran optik	-	(-)48°-(-)65°
8.	Patchouli alcohol	%	Min. 30
9.	Alpha copaene	%	Max. 0.5
10.	Kandungan besi	Mg/kg	Max. 25

(Badan Standarisasi Nasional, SNI 06-2385-2006).

Menurut Badan Standarisasi Nasional, untuk menentukan jenis uji sesuai dengan SNI 06-2385-2006 yaitu dengan cara eksperimen kemudian menganalisis menggunakan beberapa persamaan, yaitu:

1. Warna Minyak

Metode ini mengacu pada pengamatan secara visual menggunakan indera penglihatan (mata) langsung terhadap minyak nilam.

2. Bobot Jenis

Metode ini menggunakan cara membandingkan antara berat minyak dengan berat air pada suhu dan volume yang sama yaitu menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Bobot jenis} = d \frac{25}{25} = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} \quad (2.1)$$

Keterangan:

m : massa piknometer kosong (gram)

m_1 : massa piknometer berisi air pada 25°C (gram)

m_2 : massa piknometer berisi contoh pada 25°C (gram)

3. Indeks Bias

Metode ini mengacu pada pengukuran langsung sudut bias minyak yang dipertahankan dalam kondisi suhu tetap, menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Indeks bias } n_D^t = n_D^{t_1} + 0,0004 (t_1 - t) \quad (2.2)$$

Keterangan:

t_1 : pembacaan yang dilakukan pada suhu pengerjaan t_1

t : pembacaan yang dilakukan pada suhu pengerjaan t

0,0004 : faktor koreksi untuk indeks bias minyak nilam setiap derajat

4. Kelarutan dalam Etanol

Kelarutan *Patchouli oil* dalam etanol absolut atau etanol 90% membentuk larutan bening dan cerah dalam perbandingan-perbandingan seperti yang dinyatakan. Akan terbentuk larutan yang jernih atau opalesensi ringan, jika ditambahkan etanol.

5. Bilangan Asam

Penentuan ini menggunakan prinsip yaitu jumlah miligram kalium hidroksida (KOH) yang dibutuhkan untuk menetralkan asam-asam bebas yang ada dalam 1 gram minyak nilam. Analisisnya dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Bilangan asam} = \frac{56,1 \times V \times N}{m} \quad (2.3)$$

Keterangan:

56,1 : bobot setara KOH

V : volume larutan KOH yang diperlukan (ml)

N : normalitas larutan KOH (N)

m : massa contoh yang diuji (gram)

6. Bilangan Ester

Penyabunan ester-ester dengan larutan alkali standar dan kelebihan alkali tersebut dititrasi kembali. Bilangan ester dihitung dengan rumus berikut.

$$E = \frac{56,1 (V_1 - V_0) N}{m} \quad (2.4)$$

Keterangan:

56,1 : bobot setara KOH

V₁ : volume HCl yang digunakan dalam penentuan blanko (ml)

V₀ : volume HCl yang digunakan untuk contoh (ml)

m : massa dari contoh yang diuji (gram)

N : normalitas HCl (N)

7. Putaran Optik

Metode ini didasarkan pada pengukuran sudut bidang dimana sinar terpolarisasi diputar oleh lapisan minyak yang tebalnya 10 cm pada suhu tertentu. Harus dinyatakan dalam derajat lingkaran sampai mendekati $0,01^\circ$. Pada putaran optik dekstro harus diberi tanda positif (+) dan putaran optik levo harus diberi tanda negatif (-).

8. Patchouli Alkohol dan Alpha Copaene

Pemisahan *Patchouli alkohol* dan *alpha copaene* dari campuran menggunakan kromatografi gas cair. Kadar *Patchouli alcohol* dan *alpha copaene* dihitung dengan cara membandingkan luas seluruh komponennya dengan jumlah luas puncaknya. Penyajian hasil uji untuk kadar patchouli oil dan alpha copaene menggunakan persamaan berikut.

$$PA = AC = \frac{A_p}{A} \times 100\% \quad (2.5)$$

Keterangan:

A_p : luas puncak PA dan AC

A : jumlah komponen yang ada

9. Kadar Besi (Fe)

Membandingkan angka absorban larutan contoh dengan kurva standar. Kadar logam Fe dihitung menggunakan kurva kalibrasi.

Provinsi Aceh adalah daerah dengan posisi pertama penghasil nilam dan menduduki kualitas terbaik. Itulah yang menjadikan Aceh sebagai penopang utama Indonesia sebagai pemasok minyak nilam karena memiliki iklim tropis yang cocok untuk budi daya tumbuhan nilam. Pada tahun 2015, produktivitas

nilam Aceh sebesar 321 kg/ha. Kualitas *Patchouli Alkohol*-nya dibawah 31% dan harganya selalu mengalami fluktuasi (Ellyta Effendy, dkk., 2019: 362).

D. Pemanfaatan Minyak Nilam

Minyak nilam merupakan salah satu jenis minyak atsiri yang dikenal sebagai *fixative agent* (zat pengikat) karena mempunyai komponen-komponen yang bertitik didih tinggi yaitu zat yang dapat mengikat bau yang harmonis dalam suatu senyawa parfum. Zat pengikat adalah senyawa yang memiliki daya menguap lebih rendah atau titik uapnya lebih tinggi dari zat pewangi, sehingga kecepatan penguapan dari zat pewangi dapat dikurangi atau dihambat. Komposisi minyak nilam yang digunakan dalam suatu parfum mencapai 50% (Saepul Rizal, 2010).

Minyak nilam dimanfaatkan dalam industri kosmetik, parfum, pemberi aroma pada pasta gigi, sabun, makanan, kebutuhan farmasi, dupa dan kebutuhan industri lainnya (Syarifatuz Zaimah, 2014: 3). Minyak nilam juga dapat digunakan untuk obat-obatan, misalnya untuk obat bakar (Zul Alfian, 2003: 56). Dijelaskan juga bahwa minyak nilam sangat efektif menolak terhadap serangan beberapa jenis serangga seperti ngengat kain, kumbang jagung, dan kumbang buah kering (Ahmad Idris, dkk., 2014: 80).

E. Proses Pembuatan Minyak Nilam

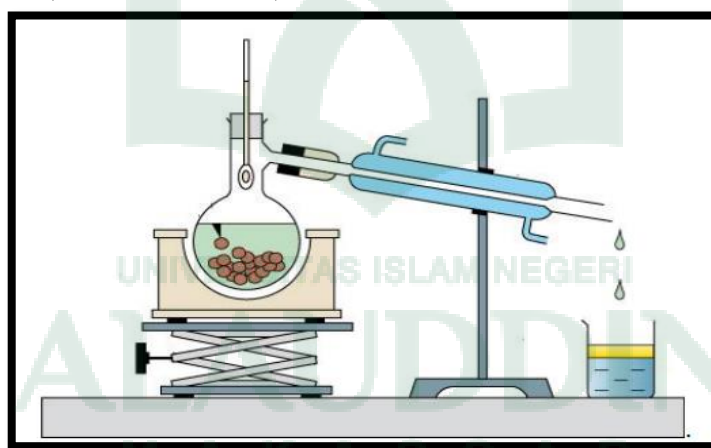
Minyak atsiri umumnya dihasilkan melalui proses penyulingan. Penyulingan adalah suatu proses pemisahan komponen-komponen dari minyak nilam atau bahan lainnya berdasarkan perbedaan titik uap dari dua jenis atau lebih komponen (Mahlinda, dkk., 2019: 29). Menurut Syukran, dkk (2016: 28) ada tiga cara yang dapat digunakan saat proses penyulingan minyak nilam, yaitu dengan

metode rebus (*water distillation*) menggunakan air secara langsung, kukus (*water and steam distillation*) menggunakan air dan uap, serta metode uap langsung (*steam distillation*) menggunakan uap air yang berasal dari boiler.

1. Penyulingan metode rebus (*water distillation*)

Penyulingan ini menggunakan cara paling sederhana yaitu daun nilam yang akan disuling dimasukkan ke dalam drum lalu ditambahkan air dan dipanaskan, lalu uap yang terbentuk dialirkan melalui kondensor dan minyak nilam yang dihasilkan ditampung dalam tempat penampung atau botol. Penyulingan ini jarang dilakukan karena minyak nilam yang diperoleh kualitas dan rendemennya rendah.

Gambar dibawah ini menunjukkan seperangkat alat penyulingan dengan air (*water distillation*).



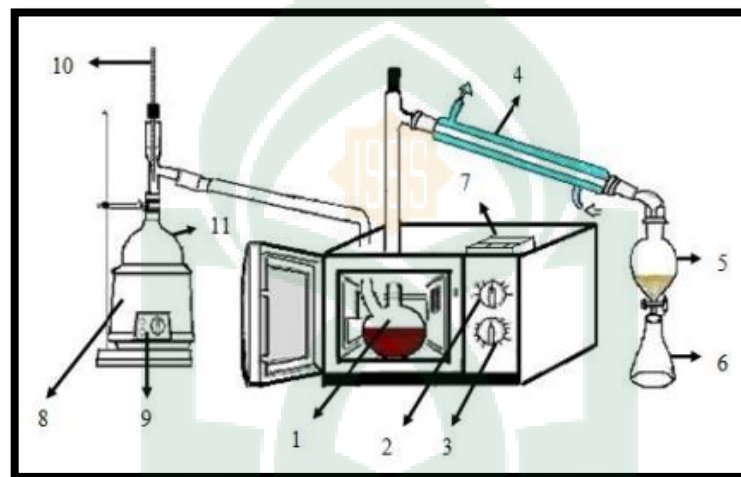
Gambar 2.2. Seperangkat alat *water distillation* (Hesham H. A. Rassem, dkk., 2016: 120).

2. Penyulingan metode kukus (*water and steam distillation*)

Penyulingan dengan metode kukus banyak dilakukan oleh petani nilam di Sumatera Utara dan Aceh dengan kapasitas bahan daun nilam 35 kg. Daun nilam yang akan disuling dimasukkan dalam tempat atau drum

penyulingan dan tidak tercampur dengan air. Tetapi, air tersebut dipanaskan dalam boiler dan uapnya dialirkan ke dalam drum penyulingan. Kemudian uap yang terjadi dari penyulingan dialirkan lagi melalui kondensor. Cara ini biasa disebut dengan metode pengukusan. Lamanya waktu penyulingan sekitar 5 jam, rendemen minyak nilam 2,5-3,0% dan kualitas cukup bagus.

Gambar dibawah ini menunjukkan seperangkat alat penyulingan dengan air dan uap (*water and steam distillation*).

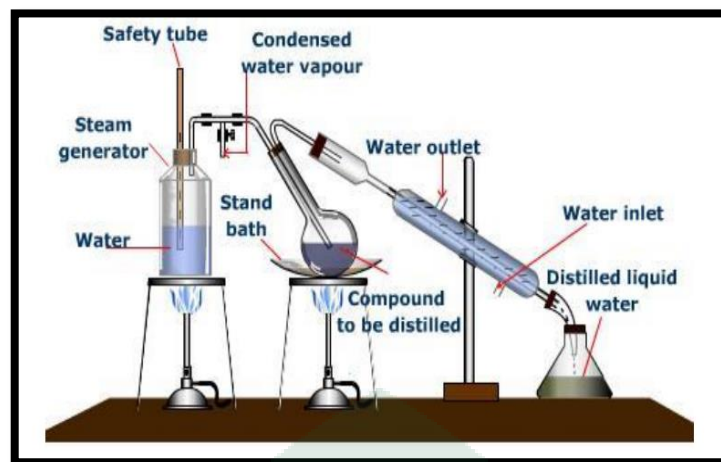


Gambar 2.3. Seperangkat alat *water and steam distillation* (Novita Setya H, dkk., 2012: 26).

3. Penyulingan metode uap (*steam distillation*)

Biasanya cara penyulingan ini digunakan oleh pabrik penyulingan dengan kapasitas yang besar yaitu 250 kg, caranya adalah mengalirkan uap dan tabung uap ke tumpukan daun nilam pada tabung destilasi. Tabung uap dan tabung destilasi ditempatkan terpisah. Rendemen minyak nilam yang diperoleh sekitar 2-2,5%.

Gambar dibawah ini menunjukkan seperangkat alat penyulingan dengan uap (*steam distillation*).



Gambar 2.4. Seperangkat alat *steam distillation* (Hesham H. A. Rassem, dkk., 2016: 120).

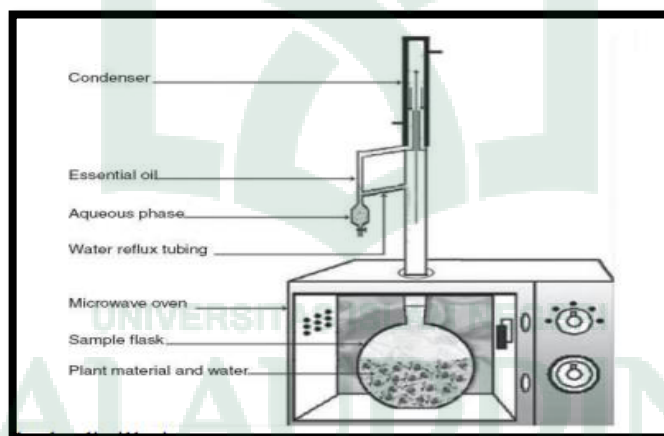
Selain ketiga metode di atas, ditemukan metode lain yang digunakan untuk memisahkan atau mendapatkan minyak nilam yaitu dengan memanfaatkan gelombang mikro (*microwave*). Menurut Novita Setya H, dkk (2012) metode *microwave distillation* dapat mempercepat proses distilasi dengan waktu yang lebih cepat serta ketersediaan *microwave* yang cukup muda didapatkan di masyarakat. Seperangkat peralatan yang dibutuhkan pada metode *microwave distillation* sebagai berikut :

- a. Satu unit *microwave* sebagai pemanas. Dengan ukuran panjang 50 cm, lebar 40 cm, dan tinggi 40 cm. Daya output yang digunakan sebesar 400 W dengan frekuensi 2450 MHz.
- b. Distiler berupa labu leher dua terbuat dari kaca dengan volume 1000 ml dan sebuah *connector* yang terbuat dari kaca berfungsi menghubungkan *distiller* dengan kondensor.
- c. Seperangkat pembangkit steam terdiri dari labu leher yang terbuat dari kaca dengan volume 1000 ml. Sebuah *heating mantle* berfungsi untuk

memanaskan air dalam labu serta *connector* yang terbuat dari kaca berfungsi menghubungkan pembangkit *steam* dengan *distiller*.

- d. Kondensor jenis *liebig* berfungsi mendinginkan uap yang terbentuk menjadi liquid.
- e. Alat pemisah yang berfungsi untuk memisahkan minyak nilam dengan air.
- f. Pengukur suhu (termometer) yang berfungsi mengukur suhu pembangkit steam dan termokopel untuk mengetahui suhu dari *microwave*.

Susunan/ skema alat pada metode *microwave distillation* dengan *steam* ditunjukkan secara lengkap pada Gambar 4. Sedangkan rangkaian alat pada metode *microwave distillation* dengan pelarut yaitu tanpa menggunakan pembangkit *steam* (Novita Setya H, dkk., 2012: 26).



Gambar 2.5. Seperangkat alat *microwave distillation* (Hesham H. A. Rassem, dkk., 2016: 123).

Bagian-bagian *microwave distillation* yaitu: labu leher dua (1), *condensor* (2), *essential oil* (3), *aqueous phase* (4), *water reflux tubing* (5), *microwave oven* (6), *sample flask* (7), *plant material and water* (Hesham H. A. Rassem, dkk., 2016: 123).

F. Ikatan Material

1. Ikatan Logam

Sebuah logam memiliki sifat lunak dan elastis sehingga segelongsongan besi yang sangat tebal ketika dipanaskan dan dipukul dapat dibuat menjadi keris sakti di tangan pandai besi. Atom dari berbagai jenis unsur logam biasanya mempunyai sifat keelektronegatifan dan energi ionisasi yang rendah sehingga elektron valensi dari logam muda sekali dilepaskan dan atom itu sendiri menjadi ion bermuatan positif (kation). Karena dalam unsur logam terdiri atas banyak atom logam dan setiap atom dapat menyumbangkan elektron valensinya, maka ion-ion positif yang terbentuk akan dikelilingi oleh lautan elektron (Sri Mulyanti, 2015: 242).

Menurut Sri Mulyanti (2015: 243-244) model lautan elektron dalam ikatan logam dapat menerangkan beberapa sifat fisika logam, yakni:

a. Mengkilap

Bila cahaya tampak jatuh pada permukaan logam, sebagian elektron valensi yang mudah bergerak tersebut akan tereksitasi. Ketika elektron yang tereksitasi tersebut kembali kepada keadaan dasarnya, maka energi cahaya dengan panjang gelombang tertentu (di daerah cahaya tampak) akan dipancarkan kembali. Peristiwa ini dapat menimbulkan sifat kilap yang khas untuk logam.

b. Konduktor listrik

Ketika suatu potensial listrik dikenakan pada suatu logam, delokasi elektron akan membawa arus listrik melalui logam tersebut.

c. Konduktor panas

Ketika panas dikenakan pada salah satu ujung logam, energi termal ini akan meningkatkan energi kinetik elektron-elektron pada bagian tersebut.

Dus gerakan elektron semakin cepat dengan naiknya energi kinetik elektron tersebut. Elektron-elektron yang bergerak dengan cepat tersebut menyerahkan sebagian energi kinetiknya kepada elektron lain sehingga seluruh bagian logam menjadi panas dan naik suhunya.

- d. Lunak dan elastis: mudah ditempa, dibentuk ulang, dan dibuat sangat tipis
 Dalam logam, delokalisasi elektron bertindak sebagai suatu perekat yang fleksibel yang mengikat erat bersama ion-ion positif. Ketika dikenakan suatu gaya, lapisan ion-ion positif dapat bergeser satu dengan yang lainnya tetapi tolakan antar ion positif ini dapat dicegah oleh perekat fleksibel dari delokalisasi elektron.

2. Ikatan Kovalen

Ikatan kovalen terjadi jika perbedaan keelektronegatifan antara atom-atom yang terlihat ikatan kimia bernilai $< 2,0$. Jika atom-atom yang berikatan dari unsur yang sama, maka tidak ada perbedaan keelektronegatifan sehingga molekul yang terbentuk bersifat kovalen murni. Sebagai contoh, satu atom fluorin (F) dapat berikatan kimia dengan atom fluorin lainnya. Nilai keelektronegatifan atom fluorin (F) adalah 4,0. Karena sama-sama atom fluorin (F) berarti nilai keelektronegatifan sama, dan tidak ada selisih nilai keelektronegatifan ($4,0-4,0=0$). Molekul F_2 yang terbentuk bersifat kovalen murni (atau dikatakan elektron ikatan dipakai bersama secara seimbang). Dengan kata lain, molekul kovalen murni terbentuk dari atom-atom unsur yang sama (Sri Mulyanti, 2015: 234).

Ikatan kovalen dapat pula terjadi antara atom-atom yang berbeda sehingga memiliki perbedaan keelektronegatifan dan dikatakan elektron ikatan dipakai bersama secara tak seimbang (meski kecil). Terakhir, ikatan

kovalen dapat pula terbentuk antara atom-atom dari unsur berbeda. Ketika perbedaan keelektronegatifan antar atom tersebut bernilai sekitar 0,5-2,0, maka elektron ikatan akan dipakai bersama secara tak seimbang. Atom yang memiliki keelektronegatifan lebih besar akan menarik elektron ikatan dengan lebih kuat sehingga menjadi bermuatan parsial negatif, sedangkan atom yang kurang elektronegatif masih menarik elektron ikatan, meski lebih lemah, dan menjadi bermuatan parsial positif. Ikatan kovalen ini juga disebut ikatan kovalen polar (Sri Mulyanti, 2015: 235).

Contoh ikatan kovalen dalam senyawa yang kehidupan di alam ini sangat bergantung akan keberadaannya, yakni senyawa air (H_2O). Senyawa air tersusun dari atom hidrogen (H) yang mempunyai keelektronegatifan 2,1 dan atom oksigen (O) yang keelektronegatifannya bernilai 3,5. Kepolaran senyawa selain diakibatkan oleh perbedaan keelektronegatifan yang besar (0,5-2,0), juga dipengaruhi oleh bentuk molekul dari senyawa tersebut. Pengaruh bentuk molekul terhadap kepolaran senyawa biasanya terjadi pada molekul senyawa poliatom (molekul yang tersusun dari dua atom) (Sri Mulyanti, 2015: 235).

Menurut Sri Mulyanti (2015: 238) jika terdapat sejumlah pasangan elektron yang dipakai bersama (pasangan elektron ikatan), akan terbentuk ikatan kovalen antara dua atom unsur berupa ikatan kovalen tunggal dan ikatan kovalen rangkap.

a. Ikatan kovalen tunggal (-)

Pada ikatan kovalen tunggal melibatkan penggunaan bersama satu pasangan elektron oleh dua atom berikatan. Yaitu terdapat satu pasangan elektron ikatan.

b. Ikatan kovalen rangkap (=)

Pada ikatan kovalen rangkap melibatkan penggunaan bersama dua atau lebih pasangan elektron ikatan oleh dua atom berikatan. Ikatan kovalen rangkap ini dapat berupa ikatan rangkap dua dan ikatan kovalen rangkap tiga.

Molekul-molekul senyawa kovalen dapat berinteraksi antara satu dengan yang lain. Jika senyawa kovalen polar interaksinya dipol-dipol dan jika non-polar berinteraksi dengan gaya London. Kesemua interaksi antar molekul ini disebut secara umum sebagai interaksi (gaya) Van der Waals.

3. Gaya Van der Waals

Menurut Sri Mulyanti (2015: 272) pada tahun 1813 Van der Waals memperbaiki persamaan gas ideal, salah satunya dengan memasukkan suku $\frac{a n^2}{V^2}$ yang ditambahkan pada tekanan sebagai kontribusi antara gaya tarik antar molekul yang sangat lemah. Oleh sebab itu, semua gaya tarik antar molekul yang sangat lemah tersebut dirujuk sebagai gaya Van der Waals. Gaya Van der Waals pada prinsipnya bersumber pada dua kriteria yaitu

- a. Jika molekul mempunyai dipol maka gaya antar molekul yang terjadi berupa gaya tarik menarik elektrostatik antara dua dipol (gaya dipol-dipol). Kekuatan gaya dipol-dipol tersebut sangat bergantung pada momen dipol yang dimiliki masing-masing molekul. Jika molekul mempunyai momen dipol yang besar, maka gaya dipol-dipol antar molekulnya relatif kuat seperti yang terjadi pada molekul HCl. Sedangkan jika molekul mempunyai momen dipol yang kecil, maka gaya dipol-dipol antar molekulnya sangat kecil seperti yang terjadi pada molekul CO.

- b. Jika molekul mempunyai dipol yang mengimbangi molekul non-polar sehingga terbentuk dipol terinduksi pada molekul non-polar dan akhirnya terjadi gaya tarik menarik elektrostatik antara dipol-dipol terinduksi.

G. Logam Besi (Fe)

Besi (Fe) secara alami elemen yang melimpah di alam, Fe bersifat resisten korosif, padat dan memiliki titik lebur yang rendah (Rahmi Nurhaini, 2016 : 40). Besi (Fe) pada tabel periodik unsur termasuk logam transisi golongan VIIIB dengan nomor atom 26, berat relatif 55.84 g/mol, konfigurasi elektron $[Ar] 3d^6 4s^2$, titik didih $2861^{\circ}C$, titik leleh $1538^{\circ}C$, densitas 7.783 g/cm^3 , elektronegativitas 1.7, energi ionisasi 768 kJ/mol, berwarna perak dan dapat ditempa (Patnaik, 2003).

Pembahasan tentang logam besi telah dijelaskan dalam QS. Al-Hadid/ 57: 25 yang berbunyi:

لَقَدْ أَرْسَلْنَا رُسُلَنَا بِالْبَيِّنَاتِ وَأَنْزَلْنَا مَعَهُمُ الْكِتَابَ وَالْمِيزَانَ لِيَقُومَ النَّاسُ بِالْقِسْطِ وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنْفَعٌ لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ اللَّهُ مَنْ يَنْصُرُهُ وَرُسُلَهُ بِالْغَيْبِ إِنَّ اللَّهَ قَوِيٌّ عَزِيزٌ

Terjemahnya:

“Sungguh, Kami telah mengutus rasul-rasul Kami dengan bukti-bukti yang nyata dan Kami turunkan bersama mereka kitab dan neraca (keadilan) agar manusia dapat berlaku adil. Dan Kami menciptakan besi yang mempunyai kekuatan hebat dan banyak manfaat bagi manusia, dan agar Allah mengetahui siapa yang menolong (agama)-Nya dan rasul-rasul-Nya walaupun (Allah) tidak dilihatnya. Sesungguhnya Allah Maha Kuat, Maha Perkasa”. (QS. Al-Hadid/ 57: 25).

Dalam tafsir al-misbah oleh Muhammad Quraish Shihab memaparkan bahwa logam besi memiliki kekuatan yang dapat membahayakan dan juga menguntungkan manusia. Bukti paling kuat tentang hal ini adalah lempengan besi, dengan pelbagai jenisnya, memiliki keistimewaan dalam bertahan menghadapi panas, tarikan, korosi, dan kerusakan. Selain itu, juga lentur hingga dapat menampung daya magnet. Oleh sebab itu, logam besi adalah logam paling cocok sebagai bahan senjata dan peralatan perang, bahkan termasuk bahan baku berbagai jenis industri berat dan ringan yang bisa menunjang kemajuan sebuah peradaban. Selain itu, logam besi juga memiliki banyak manfaat lain untuk makhluk hidup. Misalnya komponen besi, masuk dalam proses pembentukan klorofil yang merupakan zat hijau tumbuh-tumbuhan (terutama daun) yang utama dalam fotosintesis (proses pemanfaatan energi cahaya matahari) yang membuat tumbuhan bisa bernapas dan menghasilkan protoplasma (zat hidup dalam sel). Dari situlah zat besi lalu masuk ke dalam tubuh manusia dan hewan. Selanjutnya logam besi juga termasuk dalam komposisi kromatin (bagian inti sel yang mudah menyerap zat warna) dari sel hidup. Salah satu unsur yang terdapat dalam cairan tubuh, dan salah satu unsur penyusun hemoglobin (butir-butir darah merah). Berdasarkan hal itu, besi memegang peran penting dalam proses penembusan dan peran biologis dalam jaringan. Selain itu semua, besi juga terdapat pada organ dalam tubuh yaitu hati, limpa, ginjal, anggota badan, dan sumsum merah tulang belakang. Tubuh membutuhkan zat besi dalam jumlah tertentu yang harus dipenuhi dari sumber apa saja. Kekurangan zat besi dapat menyebabkan penyakit, terutama anemia (kekurangan hemoglobin).

Jauh sebelum peneliti menemukan unsur besi. Besi telah lebih dulu dijelaskan keberadaannya dalam al-Qur'an. Mulai dari munculnya besi hingga

cara mengolahnya. Menurut astronomi modern, logam besi yang ditemukan di bumi berasal dari bintang-bintang raksasa di luar angkasa. Pernyataan ini menunjukkan bahwa besi tidak terbentuk di bumi melainkan dari luar angkasa. Lalu manusia menemukannya di bumi dan hingga saat ini banyak ilmuwan yang melakukan penelitian tentang besi. Ayat di atas sudah seharusnya menjadi pelajaran bahwa manusia diharuskan berpikir setelah adanya petunjuk yang diberikan Allah swt. dalam al-Qur'an.

Logam besi adalah salah satu ion logam transisi trivalensi deret pertama yang cukup labil. Sehingga bisa membentuk berbagai macam senyawa kompleksnya. Senyawa kompleks besi atau Fe (III) umumnya memiliki bentuk struktur oktahedral dengan bilangan koordinasi enam. Tetapi struktur lain seperti tetrahedral dengan bilangan koordinasi empat dan segiempat piramida dengan bilangan koordinasi lima juga dapat terjadi (Rezky Adji Pratama, 2017: 5).

Tabel 2.2. *Sifat Fisik dan Kimia Besi (Fe)*

No.	Sifat Fisik dan Kimia	Keterangan
1.	Lambang	Fe
2.	Nomor atom	26
3.	Golongan, Periode	Golongan 8, periode 4
4.	Penampilan	Metalik mengkilap keabu-abuan
5.	Massa atom	55,854 (2) g/mol
6.	Konfigurasi elektron fase	[Ar] 3d ⁶ 4s ²
7.	Fasa	Padat
8.	Massa jenis	7,86 g/cm ³
9.	Titik lebur	1811 ^o K (1538 ^o C, 2800 ^o F)

10.	Titik didih	3134°K (2861°C, 5128°F)
11.	Isotop	8
12.	Kepadatan	7,8 g/cm ³ pada 20°C
13.	Energi ionisasi pertama	761 kJ/mol
14.	Energi ionisasi kedua	1556,5 kJ/mol
15.	Energi ionisasi ketiga	2951 kJ/mol
16.	Kapasitas kalor	(25°C) 25,10 J/(mol K)

(Sumber : Patnaik, 2003).

Menurut Rezky Adji Pratama (2017: 5) sifat-sifat lain yang terdapat dalam logam besi yaitu sebagai berikut :

1. Unsur besi bersifat elektropositif yaitu mudah melepas elektron. Sehingga bilangan oksidasi besi bertanda positif.
2. Logam besi mempunyai biloks 2, 3, 4, dan 6. Hal ini disebabkan karena perbedaan energi elektron pada subkulit 4s dan 3d cukup kecil, sehingga elektron pada subkulit 3d ikut terlepas ketika terjadi ionisasi selain elektron pada subkulit 4s.
3. Logam murni besi (Fe) sangat reaktif secara kimiawi dan cepat terkorosi, khususnya di udara yang lembap atau saat terjadi peningkatan suhu.
4. Besi mempunyai bentuk allotroik ferit yaitu alfa, beta, gamma, dan omega dengan suhu transisi 700°C, 928°C, dan 1530°C. Bentuk alfa bersifat magnetik, tapi ketika berubah menjadi beta, sifat magnetnya menghilang meski pola geometris molekul tidak berubah.
5. Mudah bereaksi dengan unsur-unsur non logam seperti sulfur, fosfor, boron, karbon, dan silikon.
6. Larut dalam asam-asam mineral encer.

7. Oksidanya bersifat atmosfer yaitu oksida yang menunjukkan sifat-sifat asam sekaligus basa.

Logam besi (Fe) merupakan logam esensial yang keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah berlebih dapat menimbulkan efek racun (Endang Supriyanti dan Hadi Endrawati, 2016 : 39). Besi merupakan logam berat yang dibutuhkan dimana zat ini dibutuhkan dalam proses untuk menghasilkan oksidasi enzim cytochrome dan pigmen pernapasan (hemoglobin) (Ika, dkk., 2012: 182).

Kandungan logam besi (Fe) juga dapat ditemui dalam minyak nilam yang memiliki efek negatif terhadap kualitas minyak yang dihasilkan. Menurut Nadia Kresentia Manalu, dkk (2019: 28) kandungan logam besi dalam minyak nilam adalah salah satu standar kualitas minyak nilam. Menurut Ika Sri Hardyanti, dkk (2016) biasanya minyak yang dihasilkan akan terlihat lebih gelap dan berwarna kehitaman atau sedikit kehijauan akibat kontaminasi logam Fe.

H. Metode Kompleksometri

Kompleksometri atau pengkelatan merupakan cara pengikat logam dengan menambahkan senyawa pengkelat yang membentuk kompleks logam senyawa pengkelat. Metode pengkelat sama dengan proses metode adsorben, namun senyawa adsorben diganti dengan senyawa pengkelat. Senyawa pengkelat yang sering digunakan dalam proses pemurnian minyak atsiri antara lain EDTA, asam sitrat, asam malat, dan asam tartarat. Proses pengikatan logam merupakan proses keseimbangan pembentukan kompleks logam dengan senyawa pengkelat (Rahmat Akbar Manalu, dkk., 2019: 311).

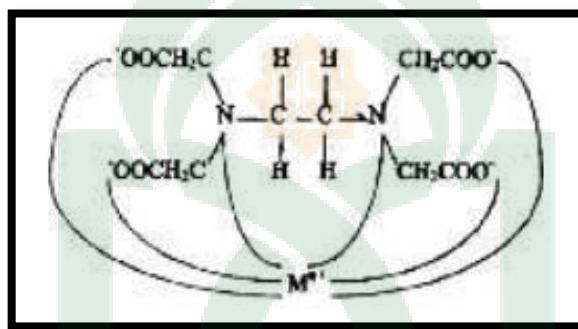
Pengkelatan merupakan proses penarikan logam dalam suatu senyawa yang memiliki lebih dari satu pasang elektron bebas. Pengikatan ion tersebut berupa penjepitan (pengkelatan), senyawa pengkelat (*cheating agent*) merupakan senyawa yang menjepit dan ion logam dinamakan ion pusat, karena berada dititik pusat. Proses pengkelatan berlangsung karena adanya penggunaan elektron secara bersama (*sharing electron*) antara ion logam dan ion senyawa pengkelat, disebut metode kompleksometri (Ma'mun, 2008: 37).

Menurut Moh. Taufik, dkk (2018: 188), titrasi kompleksometri merupakan salah satu jenis titrasi yang didasarkan pada reaksi pembentukan senyawa kompleks antara ion logam target dengan zat pembentuk kompleks. Zat pembentuk kompleks yang umum digunakan adalah asam etilena diamina tetraasetat (EDTA) yang akan membentuk kompleks kuat dengan perbandingan 1:1 dengan logam. pH larutan dalam titrasi kompleksometri harus dikontrol, karena akan menentukan selektivitas pembentukan kompleks antara EDTA dengan logam target.

I. Etilen Diamin Tetra Asetat (EDTA)

Etilen diamin tetra asetat (EDTA) merupakan ligan multidentat yang mempunyai donor lebih dari satu yaitu 2N dan 4-COOH. Berdasarkan sifat asam-basa keras lunak yang dikemukakan oleh Pearson, diharapkan ligan EDTA sebagai donor elektron dapat membentuk kompleks ion logam Pb^{+} dan Cd^{2+} (Sriatun, dkk., 2008 : 44). EDTA merupakan pelarut yang dapat melarutkan banyak logam termasuk Pb dan Fe. EDTA adalah asam tetrapotik sering disingkat sebagai H_4Y , dimana Y melambangkan ion *ethylene diamine tetra acetate* (EDTA) (Tamzil Aziz, dkk., 2015: 41).

Menurut Fatma Saputri, dkk (2014: 59) EDTA ($C_{10}H_{16}N_2O_8$) EDTA adalah bahan pengkelat dengan ligan heksadentat yang mempunyai 6 pasang elektron bebas yaitu di keempat gugus karboksilat dan dua atom nitrogennya. Tiap ion EDTA dapat mengikat ion logam pada enam situs berbeda, empat untuk tiap ion asetat dan dua atom nitrogen sehingga memiliki tiga pasang elektron valensi yang dapat dipakai untuk pembentukan ikatan koordinat seperti pada gambar 2.6. Hasil reaksi yang terbentuk dari proses kompleksometri berupa senyawa kompleks.



Gambar 2.6. Mekanisme pengikatan EDTA dengan logam (Tamzil Aziz, dkk., 2015: 41).



Keterangan:

M : metal (ion logam/ kation)

L : ligan (anion/ molekul netral)

ML : senyawa kompleks

J. Spektrofotometer

Spektrofotometer UV-VIS adalah salah satu metode instrumen yang paling sering diterapkan dalam analisis kimia untuk mendeteksi senyawa (padat/ cair)

berdasarkan absorbansi foton. Agar sampel dapat menyerap foton pada daerah UV-VIS (panjang gelombang foton 200 nm-700 nm), biasanya sampel harus diperlakukan atau derivatisasi, misalnya penambahan reagen dalam pembentukan garam kompleks dan lain sebagainya. Unsur diidentifikasi melalui senyawa kompleksnya (Anom Irawan, 2019: 2).

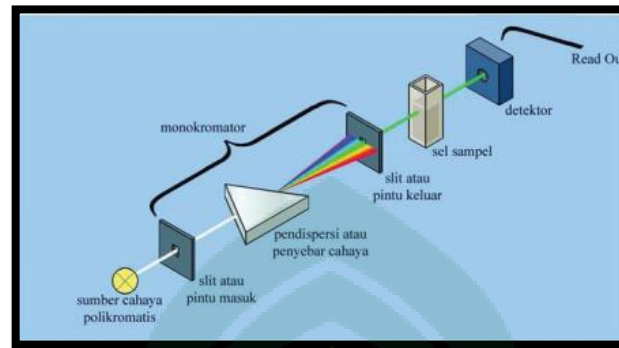
Spektroskopi merupakan suatu teknik pengukuran serapan cahaya dengan mengaplikasikan hukum Lambert-Beer. Hukum ini menyatakan bahwa (A) sebanding absorbansi dengan konsentrasi (c) dan ketebalan media/ cuvet (d), yang dinyatakan dalam persamaan 1.

$$A = -\log \frac{I_d}{I_o} = -\log(T) = \alpha cd \quad (2.7)$$

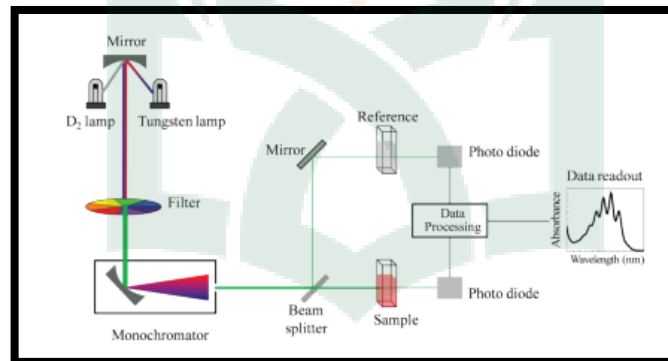
Dengan I_o dan I_d adalah intensitas cahaya datang dan diteruskan (Junaidi, 2017: 98).

Spektrofotometer UV-VIS atau spektrofotometer ultraviolet-sinar tampak memanfaatkan sinar dengan panjang gelombang 380-780 nm untuk daerah *visible* atau sinar tampak dan 180-380 nm untuk daerah UV dan. Spektrofotometer terdiri dari dua jenis yaitu Was berkas tunggal (*single beam*) dan berkas rangkap (*double beam*). Perbedaan kedua jenis ini adalah pada spektrofotometer *double beam* pengukuran bisa dilakukan secara bersamaan antara kuvet yang berisi larutan contoh atau standar dan kuvet yang berisi blangko dalam satu ruang. Oleh sebab itu, pembacaan serapan zat tidak dipengaruhi oleh perubahan tegangan listrik karena blangko dan zat diukur secara bersamaan (Dwi Warono dan Syamsudin, 2013: 59).

Menurut Dwi Waromo dan Syamsudin (2013: 59) umumnya sistem spektrofotometer tersusun atas sumber radiasi, monokromator, sel, foto sel, detektor, dan tampilan (*display*). Seperti yang ditunjukkan gambar 2.7 dan 2.8.



Gambar 2.7. Skema alat spektrofotometer UV-VIS (*single beam*)
(Tati Suharti, 2017: 3)



Gambar 2.8. Skema alat spektrofotometer UV-VIS (*double beam*)
(Tati Suharti, 2017: 4)

1. Sumber radiasi berfungsi memberikan energi radiasi pada daerah panjang gelombang yang tepat untuk pengukuran dan mempertahankan intensitas sinar yang tetap pada pengukuran. Sumber radiasi untuk spektrofotometer UV-VIS adalah lampu hidrogen atau deuterium dan lampu filamen.
2. Monokromator berguna untuk menghasilkan radiasi monokromatis yang diperoleh kemudian dilewatkan melalui kuvet berisi sampel dan blangko secara bersamaan dengan bantuan cermin berputar.

3. Sel atau kuvet merupakan wadah bahan yang akan diukur serapannya. Kuvet harus dibuat dari bahan yang tidak menyerap radiasi pada daerah yang digunakan, umumnya terbuat dari kaca tembus sinar tetapi bisa pula terbuat dari plastik.
4. Fotosel berfungsi untuk menangkap cahaya yang diteruskan zat lalu diubah menjadi energi listrik kemudian akan disampaikan ke detektor.
5. Detektor merupakan material yang bisa menyerap energi dari foton dan mengubahnya ke bentuk lain, yakni energi listrik.
6. *Display* atau tampilan yang berfungsi mengubah sinar listrik dari detektor pembacaan berupa meter atau angka yang sesuai dengan hasil yang diamati dan dianalisis.

K. Atomic Absorption Spectrofotometer (AAS)

Peristiwa serapan atom pertama sekali diamati Fraunhofer, ketika menelaah garis-garis hitam pada spektrum matahari. Sedangkan yang memanfaatkan prinsip serapan atom pada bidang analisis adalah seorang Austria bernama Alan Walsh di tahun 1955. Metode Spektroskopi Serapan Atom (SSA) sangat tepat digunakan untuk analisis zat pada konsentrasi rendah (Boby Cahyadi, 2009). Prinsip dasar Spektrofotometri Serapan Atom adalah interaksi antara radiasi elektromagnetik dengan sampel (Nur Alfi Mufida Hasni dan Ade Maria Ulfa, 2016: 164).

Teknik ini mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan metode Spektroskopi emisi konvensional, pada metode konvensional emisi tergantung pada temperatur sumber eksitasi, bila eksitasi termal tidak selalu spesifik, dan eksitasi secara serentak terjadi pada berbagai spesies dalam suatu campuran.

Metode serapan sangatlah spesifik, logam-logam yang membentuk campuran kompleks dapat dianalisa dan selain itu tidak selalu diperlukan sumber energi yang besar (Boby Cahyadi, 2009).

Spektromfotometri serapan atom digunakan untuk analisis kuantitatif unsur-unsur logam dalam jumlah kelumit (*trace*) dan sangat kelumit (*ultratrace*). Cara analisis ini memberikan kadar total logam dalam suatu sampel dan tidak tergantung pada bentuk molekul logam dalam sampel tersebut. Cara ini cocok untuk analisis kelumit logam karena mempunyai kepekaan yang tinggi (batas deteksi kurang dari 1 ppm), pelaksanaannya relatif sederhana, dan interferensinya sedikit. Spektrofotometri serapan atom didasarkan pada penyerapan energi sinar tampak atau ultraviolet (Mahunutu, 2009).

Metode ini berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom. Berdasarkan metode ini, cahaya akan terserap ke dalam atom-atom tersebut dengan panjang gelombang tertentu, tergantung sifat unsurnya. Transisi elektronik unsur memiliki sifat spesifik. Akan mendapatkan energi lebih banyak saat terjadi absorpsi energi. Sehingga pada keadaan dasar suatu atom akan dinaikkan energinya ke tingkat eksitasi. Dari peristiwa tersebut, dapat dipilih diantara panjang gelombang unsur yang menghasilkan garis spektrum tajam dengan intensitas maksimum. Garis inilah biasa disebut dengan garis resonansi (Mahunutu, 2009).

Jika terdapat cahaya dengan panjang gelombang tertentu dilewatkan pada suatu sel yang mengandung atom-atom bebas. Maka sebagian cahaya tersebut akan terserap. Intensitas penyerapan berbanding lurus dengan banyaknya atom bebas logam yang terdapat dalam sel. Hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi diturunkan dari dua hukum berikut:

1. Hukum Lambert : jika suatu sumber cahaya monokromatik melewati medium transparan, maka intensitas cahaya yang diteruskan berkurang seiring bertambahnya ketebalan medium pengabsorpsi.
2. Hukum Beer : intensitas cahaya yang diteruskan berkurang secara eksponensial dengan bertambahnya konsentrasi spesi yang menyerap cahaya tersebut.

Berdasarkan kedua hukum tersebut maka diperoleh suatu persamaan:

$$I_t = I_0 \cdot e^{-(\epsilon bc)}, \text{ atau} \quad (2.8)$$

$$A = - \text{Log } I_t/I_0 = \epsilon bc \quad (2.9)$$

Keterangan:

I_0 : intensitas sumber cahaya (Cd)

I_t : intensitas cahaya yang diteruskan (Cd)

ϵ : absorptivitas molar ($\text{L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$)

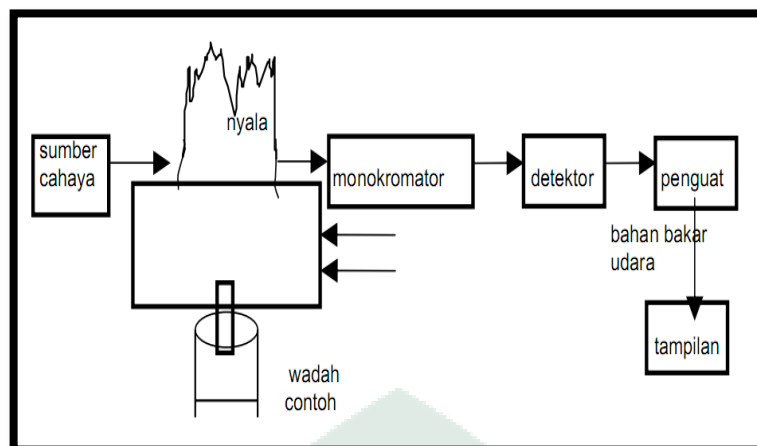
b : panjang medium (cm)

c : konsentrasi atom yang menyerap cahaya (ppm)

A : absorbansi

Berdasarkan uraian persamaan di atas, bisa disimpulkan bahwa absorbansi cahaya berbanding lurus dengan konsentrasi atom (Day & Underwood, 1989).

Pada alat karakterisasi AAS terdapat dua komponen utama yaitu suatu sel atom yang menghasilkan atom-atom gas bebas dalam keadaan dasarnya dan suatu sistem optik berfungsi untuk mengukur sinyal. Skema umum dari alat AAS ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 2.9. Skema/ susunan umum komponen alat AAS
(Haswel, 1991)

L. Gas Chromatography- Mass Spectrometry (GC-MS)

Teknik GC pertama kali diperkenalkan oleh James dan Martin pada tahun 1952. GC merupakan salah satu teknik kromatografi yang hanya dapat digunakan untuk mendeteksi senyawa-senyawa yang mudah menguap. Kriteria menguap adalah dapat menguap pada kondisi vakum tinggi dan tekanan rendah saat dipanaskan (Komang Ari, dkk., 2016). Kromatografi merupakan suatu teknik pemisahan campuran didasarkan pada perbedaan distribusi dari komponen dalam fasa gerak dan fasa diam. Fasa gerak dapat berupa gas atau cairan, sedangkan fasa diam dapat berupa cairan atau padatan. Fasa gerak berupa gas disebut kromatografi gas (*Gas-chromatography*) (Hartias Rizalina, 2018: 255).

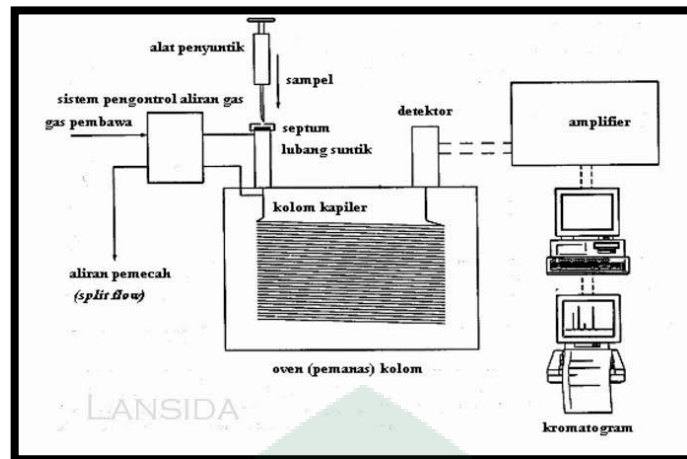
Pemisahan menggunakan kromatografi gas berdasar pada penyebaran cuplikan fase diam sedangkan gas sebagai fase gerak melewati fase diam. Mekanisme dari GC yaitu suatu fase gerak yang berbentuk gas mengalir di bawah tekanan melewati pipa yang dipanaskan dan dibalut pada suatu penyangga padat. Analit tersebut dialirkan ke bagian atas kolom melalui portal injeksi yang

dipanaskan. Oven harus dijaga suhunya atau diatur agar meningkat secara bertahap. Apabila telah berada dalam kolom, maka terjadi proses pemisahan antar komponen. Pemisahan akan berlangsung tergantung pada lamanya waktu relatif yang dibutuhkan oleh komponen-komponen tersebut difase diam.

Seiring dengan meningkatnya teknologi maka instrumen GC bisa digunakan secara bersamaan dengan instrumen lain seperti Mass-Spectrometer (MS). Spektrometer massa diperlukan untuk identifikasi senyawa sebagai penentu bobot molekul dan penentuan rumus molekul. Prinsip dari MS adalah pengionan senyawa-senyawa kimia untuk menghasilkan molekul serta mengukur rasio massa atau muatan. Penembakan elektron berenergi tinggi akan mengionisasi molekul dan akan menghasilkan ion dengan muatan positif, lalu ion tersebut dialirkan menuju medan magnet dengan kecepatan tinggi (Komang Ari, dkk., 2016).

Ion kemudian akan dibelokkan oleh medan magnet atau medan listrik agar dapat menentukan bobot molekulnya dan bobot molekul semua fragmen yang dihasilkan. Detektor kemudian akan menghitung muatan yang terinduksi atau arus yang dihasilkan ketika ion mengenai atau melewati permukaan, *scanning* massa dan menghitung ion sebagai *mass to charge ratio* (m/z). Terdapat empat proses spektrometri massa yakni ionisasi, percepatan, pembelokan, dan pendeteksian (Komang Ari, dkk., 2016).

Kromatografi gas spektrofotometri massa (GC-MS) dapat digunakan untuk identifikasi dan analisis senyawa senata kimia da prekursor yang mudah menguap ataupun sukar yang diderivatisasi terlebih dahulu sebelum dianalisis dengan GC-MS (Evita Boes, 2014: 2).

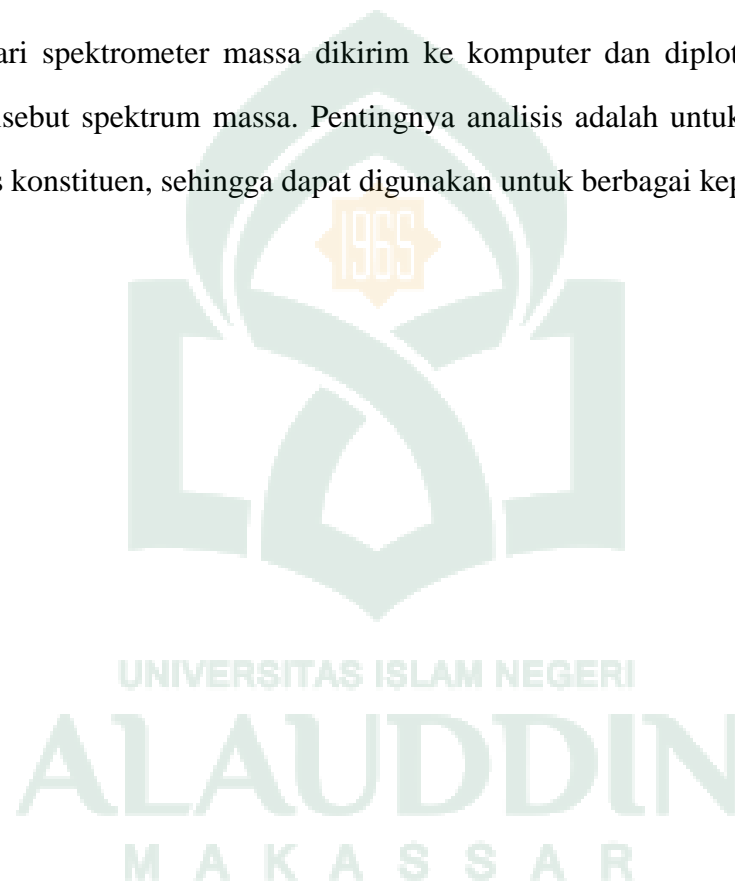


Gambar 2.10. Skema alat GC-MS
(Wikipedia)

Menurut Hamid, A.A., dkk (2011: 91) langkah-langkah penggunaan GC-MS adalah sebagai berikut:

1. Instrumen spektroskopi massa-kromatografi gas terdiri dari dua bagian: Bagian kromatografi gas (GC) memisahkan campuran bahan kimia menjadi pulsa bahan kimia murni dan spektrometer massa (MS) mengidentifikasi dan mengukur bahan kimia tersebut.
2. Setelah sampel melewati GC, pulsa kimia berlanjut ke MS. Molekul-molekul tersebut diledakkan dengan elektron, yang menyebabkannya pecah menjadi beberapa bagian dan berubah menjadi partikel bermuatan positif yang disebut ion. Ini penting karena partikel harus diisi untuk melewati filter.
3. Ketika ion-ion berlanjut, mereka bergerak melalui medan elektromagnetik yang menyaring ion berdasarkan massa.
4. Filter terus menerus memindai melalui rentang massa ketika aliran ion berasal dari sumber ion.

5. Mereka memasuki detektor dan kemudian detektor menghitung masuk detektor dan kemudian detektor menghitung jumlah ion dengan massa tertentu.
6. Informasi ini dikirim ke komputer dan spektrum massa dibuat. Spektrum massa adalah grafik jumlah ion dengan massa berbeda yang melakukan perjalanan melalui filter.
7. Data dari spektrometer massa dikirim ke komputer dan diplot pada grafik yang disebut spektrum massa. Pentingnya analisis adalah untuk mengetahui kualitas konstituen, sehingga dapat digunakan untuk berbagai keperluan.



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Agustus 2019 sampai Januari 2020, bertempat:

1. Laboratorium Fisika Modern Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
2. Laboratorium Kimia Kimia Analitik Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.

Tahap reduksi logam besi (Fe) dalam minyak nilam dengan metode kompleksometri menggunakan etilen diamin tetra asetat (EDTA), perubahan warna diamati berdasarkan pengamatan visual sebelum dan sesudah reduksi, dan perubahan volume minyak nilam diamati dengan cara membandingkan volume sebelum dan sesudah reduksi.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Gelas beaker, digunakan sebagai wadah sampel
- b. Spatula, digunakan untuk mengaduk larutan dan memindahkan sampel
- c. Buret dan pipet tetes, digunakan untuk mengambil dan memindahkan larutan
- d. Hotplate magnetic, digunakan untuk memanaskan dan mengaduk larutan
- e. Termometer, digunakan untuk mengukur suhu larutan

- f. Corong pemisah, digunakan untuk memisahkan air dengan minyak nilam hasil reduksi logam besi (Fe)
- g. Kertas saring, digunakan untuk menyaring minyak nilam hasil reduksi logam besi (Fe)
- h. Botol kaca, digunakan untuk menyimpan minyak nilam hasil reduksi

2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Minyak nilam (Patchouli Oil), diperoleh dari kecamatan Baebunta, kabupaten Luwu Utara



Gambar 3.1. Minyak nilam

- b. Etilen Diamin Tetra Asetat (EDTA)
- c. Aquades
- d. Alkohol

C. Prosedur Kerja

Prosedur kerja pada penelitian ini meliputi beberapa tahapan yaitu tahap persiapan, tahap karakterisasi minyak nilam sebelum reduksi, tahap reduksi logam besi (Fe) dalam minyak nilam, tahap karakterisasi dan analisis minyak nilam setelah reduksi, dan tahap pembuatan laporan dijabarkan sebagai berikut :

1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan ini meliputi studi kepustakaan, pembuatan proposal, dan pengurusan surat perizinan lokasi penelitian. Tahap ini bertujuan sebagai langkah awal untuk mempersiapkan segala hal yang berkaitan dengan penelitian.

2. Tahap Pengamatan Sebelum Reduksi

Sebelum melalui tahap reduksi, minyak nilam terlebih dahulu diamati warnanya berdasarkan pengamatan visual, dan volume awalnya sebelum reduksi. Pengamatan terhadap warna dan volume sebelum reduksi dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

a. Penentuan warna sebelum reduksi

Menurut Badan Standarisasi Nasional (SNI 06-2385-2006), prosedur penentuan warna adalah sebagai berikut:

- Menyiapkan gelas ukur, tabung reaksi, pipet, dan kertas atau karton berwarna putih.
- Memindahkan minyak nilam yang belum direduksi ke dalam gelas ukur sebanyak 20 ml.
- 20 ml minyak nilam tersebut kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi, dan hindari munculnya gelembung udara.
- Tabung reaksi berisi minyak nilam 20 ml disandarkan pada kertas atau karton berwarna putih.
- Mengamati warna minyak nilam dengan mata langsung, jarak pengamatan antara mata dengan minyak nilam yang diamati sejauh 10 cm.

b. Penentuan volume sebelum reduksi

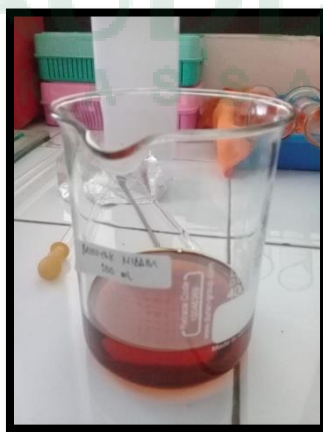
Pada penelitian ini digunakan dua volume minyak nilam yang berbeda untuk variasi konsentrasi. Yaitu volume 100 ml dan 20 ml untuk masing-masing konsentrasi. Sehingga penelitian dilakukan dua kali dengan volume minyak nilam yang berbeda. Untuk menentukan volume minyak nilam, dilakukan langkah-langkah berikut:

- Menyiapkan gelas ukur, dan gelas kimia.
- Memasukkan minyak nilam ke dalam gelas ukur sebanyak 100 ml dan 20 ml.
- Memindahkan minyak nilam yang telah diukur volumenya masing-masing 100 ml dan 20 ml ke dalam gelas kimia sebanyak variasi konsentrasi yang digunakan.

3. Tahap Reduksi

Tahap ini dilakukan setelah mengetahui kadar Fe mula-mula pada minyak nilam. Menurut Ma'mun (2008), Arkie Septiana A, dkk (2012), dan Fatma Saputri, dkk (2014) tahap reduksi logam Fe sebagai berikut :

- a. Minyak nilam sebanyak 100 ml dan 20 ml dimasukkan ke dalam gelas beaker.



Gambar 3.2. Minyak nilam 100 ml



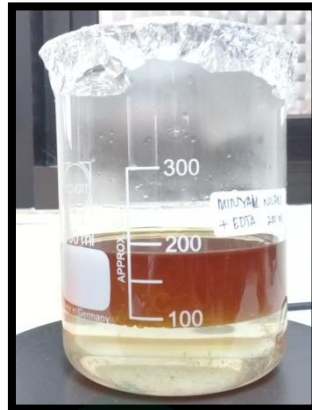
Gambar 3.3. Minyak nilam 20 ml

- b. Menimbang bahan pengkelat etilen diamin tetra asetat (EDTA) dengan empat taraf konsentrasi (1,5%; 2%; 2,5%; dan 3%).



Gambar 3.4. Menimbang EDTA

- c. Larutan bahan pengkelat etilen diamin tetra asetat (EDTA) ditambahkan ke dalam minyak nilam dengan empat taraf konsentrasi (1,5%; 2%; 2,5%; dan 3%).

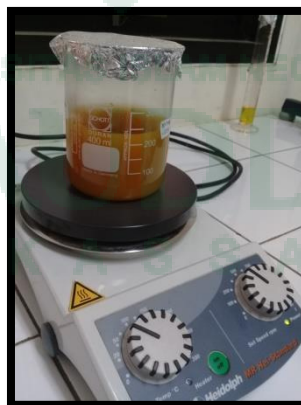


Gambar 3.5. Larutan minyak nilam 100 ml + EDTA



Gambar 3.6. Larutan minyak nilam 20 ml + EDTA

d. Campuran tersebut diaduk dengan lama pengadukan 90 menit.



Gambar 3.7. Mengaduk sampel

e. Cairan dipindahkan ke dalam corong pemisah, lalu dibiarkan hingga terjadi pemisahan antara lapisan minyak dan air.

- f. Setelah lapisan air dipisahkan, minyak disaring dengan menggunakan kertas saring.



Gambar 3.8. Menyaring minyak nilam

- g. Hasil saringan dipindahkan ke dalam botol kaca yang bersih dan kering.



Gambar 3.9. Minyak nilam hasil reduksi dengan $V_o=100$ ml



Gambar 3.10. Minyak nilam hasil reduksi dengan $V_o=20$ ml

4. Tahap Pengamatan Setelah Reduksi

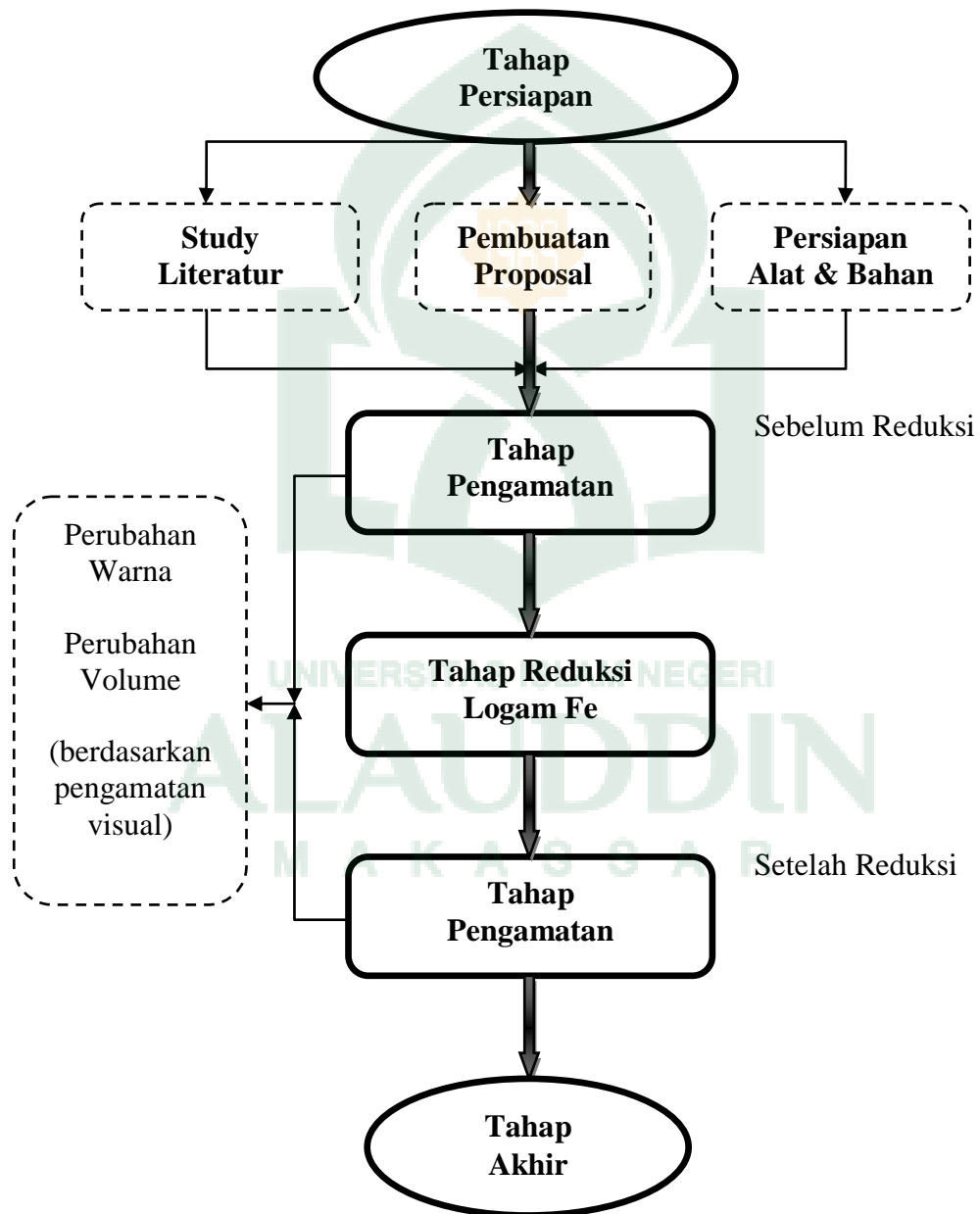
Pada tahap ini, kemudian filtrat/ minyak nilam yang dihasilkan dari tahap reduksi tersebut kemudian diamati perubahan warna dan perubahan volumenya menggunakan langkah-langkah seperti pada tahap pengamatan sebelum reduksi. Volume minyak nilam hasil reduksi diukur kembali kemudian dibandingkan dengan volume sebelum direduksi.

5. Tahap Akhir

Pada tahap ini meliputi penyusunan skripsi berdasarkan data-data penelitian yang telah diperoleh.

D. Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian ini adalah sebagai berikut :



E. Tabel Pengamatan

Tabel pengamatan pada penelitian ini ditunjukkan sebagai berikut:

1. Karakteristik Minyak Nilam Sebelum Pemurnian

Tabel 3.1. Karakteristik minyak nilam sebelum pemurnian

Karakteristik	Standar Nasional Indonesia	Hasil
Warna	Kuning muda jernih	

2. Perubahan Warna Minyak Nilam

Tabel 3.2. Pengaruh konsentrasi senyawa pengkelat dan lama pengadukan terhadap perubahan warna minyak nilam

No.	Volume minyak nilam (ml)	Konsentrasi pengkelat (%)	Lama pengadukan (menit)	Warna minyak nilam hasil reduksi
1.	100	1,5	90	
2.		2,0	90	
3.		2,5	90	
4.		3,0	90	
5.	20	1,5	90	
6.		2,0	90	
7.		2,5	90	
8.		3,0	90	

3. Perubahan Volume Minyak Nilam

Tabel 3.3. Pengaruh konsentrasi pengkelat dan lama pengadukan terhadap perubahan volume minyak nilam (volume awal 100 ml)

No.	Konsentrasi EDTA (%)	Lama pengadukan (menit)	Kecepatan (rpm)	V _o minyak nilam (ml)	V ₁ minyak nilam (ml)
1.	1,5	90	500	100	
2.	2	90	500	100	
3.	2,5	90	500	100	
4.	3	90	500	100	

Tabel 3.4. Pengaruh konsentrasi senyawa pengkelat dan lama pengadukan terhadap perubahan volume minyak nilam (volume awal 20 ml)

No.	Konsentrasi EDTA (%)	Lama pengadukan (menit)	Kecepatan (rpm)	V _o minyak nilam (ml)	V ₁ minyak nilam (ml)
1.	1,5	90	500	20	
2.	2	90	500	20	
3.	2,5	90	500	20	
4.	3	90	500	20	

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Reduksi Logam Fe dalam Minyak Nilam

Telah dilakukan penelitian tentang salah satu jenis minyak atsiri yaitu minyak nilam (*patchouli oil*). Menurut Rahmat Akbar Manalu, dkk (2019: 310) Indonesia merupakan penghasil minyak nilam terbesar di dunia yang tiap tahun memenuhi sekitar 90% kebutuhan dunia dan 70% diantaranya berasal dari Aceh. Kebutuhan minyak nilam dunia rata-rata 1500-2000 ton/tahun dan diperkirakan akan terus meningkat. Nilam Aceh (*Pogostemon cablin*) merupakan komoditi unggulan dengan karakteristik unik, bermutu tinggi dan sangat dibutuhkan oleh industri parfum dunia.

Minyak nilam banyak dimanfaatkan dalam industri kosmetik, parfum, penambah aroma pasta gigi, sabun, makanan, kebutuhan farmasi (obat-obatan), dupa dan kebutuhan industri lainnya (Syarifatus Zaimah, 2014: 3). Minyak nilam juga sangat efektif menolak serangan terhadap beberapa jenis serangga seperti ngengat kain, kumbang jagung, dan kumbang buah kering (Ahmad Idris, dkk., 2014: 80).

Minyak nilam memiliki nilai jual (ekspor) yang tinggi. Namun, beberapa tahun terakhir mengalami penurunan akibat kualitas yang dihasilkan tidak sesuai dengan SNI. Hal ini diakibatkan karena produksi minyak nilam yang masih menggunakan alat sederhana. Seperti drum bekas yang terbuat dari besi dan sudah berkarat. Sehingga minyak nilam yang dihasilkan bercampur dengan kandungan logam besi (Fe) yang terdapat pada drum bekas. Adanya logam Fe

dalam minyak nilam mempengaruhi kualitas komponen utama minyak nilam dan warna terlihat lebih gelap.

Salah satu cara yang digunakan peneliti sebelumnya untuk meningkatkan mutu minyak nilam yaitu dengan metode kompleksometri. Menurut Rahmat Akbar Manalu, dkk (2019) bahwa metode kompleksometri sama dengan adsorben, akan tetapi senyawa adsorben diganti dengan senyawa pengkelat. Pada penelitian ini menggunakan bahan pengkelat jenis *etilen diamin tetra asetat* (EDTA). Jenis pengkelat EDTA paling banyak digunakan sebagai bahan untuk mereduksi logam Fe dalam minyak atsiri.

Menurut Fatma Saputri, dkk (2014) dan Ma'mun (2008) bahan ini mempunyai kemampuan yang sangat bagus untuk menurunkan kandungan logam besi dalam minyak daun cengkeh dan nilam. Menurut Harunsyah (2011) dalam senyawa EDTA terdapat 6 pasang elektron bebas yang berasal dari gugus C=O dan atom N. Sehingga mempunyai kemampuan yang lebih kuat mengikat logam besi (Fe). Pada penelitian ini digunakan EDTA dengan variasi konsentrasi (1,5%; 2%; 2,5%; dan 3%) dan lama pengadukan 90 menit. Untuk memperoleh mutu minyak nilam yang memenuhi SNI.

Kualitas minyak nilam yang bagus dapat meningkatkan nilai jual (ekspor) dengan harga yang lebih tinggi. Minyak nilam yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari kecamatan Baebunta, kabupaten Luwu Utara. Diperlihatkan pada gambar 4.1:



Gambar 4 .1. Minyak nilam sebelum reduksi

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa hasil penyulingan minyak nilam tersebut berwarna cokelat-kemerahan yang tampak gelap. Hal ini diakibatkan karena proses penyulingan yang masih menggunakan alat yang sangat sederhana. Yakni drum bekas yang terbuat dari besi dan sudah berkarat. Minyak nilam tersebut kemudian direduksi untuk mengurangi kadar logam Fe yang terkandung di dalamnya.

Minyak nilam tersebut direduksi dengan bahan pengkelat EDTA menggunakan metode kompleksometri. Pada penelitian ini digunakan variasi konsentrasi bahan pengkelat (EDTA) 1,5%; 2%; 2,5%; dan 3% dengan lama pengadukan 90 menit. Sebelum mereduksi logam Fe yang terdapat dalam minyak nilam, pertama-tama minyak nilam sebanyak 100 ml dan 20 ml dimasukkan ke dalam gelas kimia masing-masing sebanyak empat sampel. Kemudian menimbang EDTA sesuai dengan variasi konsentrasi yang telah ditentukan. Lalu melarutkannya menggunakan aquadest sampai benar-benar larut.

Masing-masing konsentrasi Larutan EDTA dicampurkan ke dalam minyak nilam yang telah dipisahkan dalam gelas kimia. Memasukkan *magnetic stirrer* sebagai alat pengaduk ke dalam campuran minyak nilam dengan larutan EDTA. Kemudian menutup gelas kimia menggunakan aluminium foil dan meletakkannya di atas *stirrer*. Melakukan pengadukan selama 90 menit dengan kecepatan 500 rpm.

Memisahkan minyak nilam dengan air menggunakan kertas saring, kemudian dipindahkan ke dalam botol kaca yang bersih dan kering.

Tabel 4.1. Karakteristik minyak nilam sebelum reduksi

Karakteristik	Standar Nasional Indonesia	Hasil
Warna	Kuning muda-cokelat	Merah kecokelatan

Tabel 4.2. Pengaruh konsentrasi senyawa pengkelat dan lama pengadukan terhadap perubahan warna minyak nilam

No.	Volume minyak nilam (ml)	Konsentrasi pengkelat (%)	Lama pengadukan (menit)	Warna minyak nilam hasil reduksi
1.	100	1,5	90	kuning kemerahan
2.		2,0	90	kuning kemerahan
3.		2,5	90	kuning kemerahan
4.		3,0	90	kuning kemerahan
5.	20	1,5	90	kuning kemerahan
6.		2,0	90	kuning kemerahan
7.		2,5	90	kuning kemerahan
8.		3,0	90	kuning kemerahan

Perubahan warna minyak nilam sebelum dan sesudah reduksi ditunjukkan pada gambar di bawah:



Gambar 4.2: Minyak nilam sebelum reduksi dengan $V_0=100$ ml



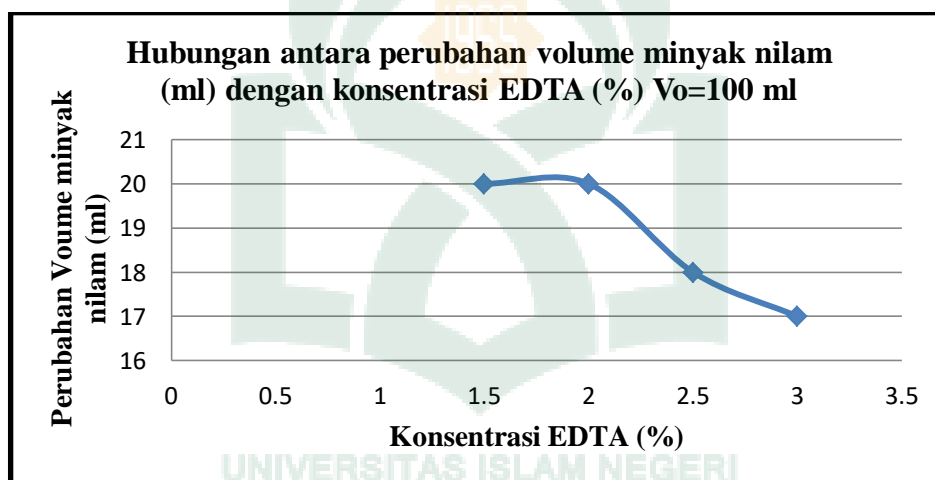
Gambar 4.3: Minyak nilam setelah reduksi dengan $V_0=100$ ml

Gambar 4.2 menunjukkan sampel minyak nilam sebelum reduksi. Sedangkan gambar 4.3 menunjukkan sampel minyak nilam 100 ml setelah reduksi. Berdasarkan kedua gambar di atas, terlihat bahwa perubahan warna minyak nilam tidak signifikan setelah reduksi. Ikatan kompleks yang terjadi antara logam Fe dengan EDTA yang menyebabkan terjadinya perubahan warna meski pun tidak signifikan.

Selain perubahan warna, saat proses reduksi berlangsung juga terjadi pengurangan volume minyak nilam hasil reduksi. Volume awal minyak nilam yang digunakan sebanyak 100 ml sebelum reduksi. Setelah melalui tahap reduksi volume minyak nilam berkurang rata-rata 18,75 ml sehingga tersisa rata-rata 81,25 ml. Berkurangnya volume minyak nilam hasil reduksi diakibatkan terjadinya reaksi antara minyak nilam dengan EDTA. Sehingga sebagian minyak nilam tersempap ke dalam larutan EDTA. Perubahan volume minyak nilam ditunjukkan pada tabel 4.3 dan grafik 4.1:

Tabel 4.3. Pengaruh konsentrasi pengkelat dan lama pengadukan terhadap perubahan volume minyak nilam dengan $V_o=100$ ml

No.	Konsentrasi EDTA (%)	Lama pengadukan (menit)	Kecepatan (rpm)	V_o minyak nilam (ml)	V_1 minyak nilam (ml)
1.	1,5	90	500	100	80
2.	2	90	500	100	80
3.	2,5	90	500	100	82
4.	3	90	500	100	83



Grafik 4.1. Hubungan antara perubahan volume minyak nilam (ml) dengan konsentrasi EDTA (%) $V_o=100$ ml

Hasil dari tahap reduksi selanjutnya yaitu menggunakan minyak nilam 20 ml dengan variasi konsentrasi dan lama pengadukan yang sama. Ditunjukkan pada gambar 4.3 dan gambar 4.4. Sama seperti tahap reduksi sebelumnya yang menggunakan minyak nilam 100 ml, pada tahap ini juga minyak nilam hasil reduksi mengalami perubahan warna dan perubahan volume. Perubahan yang terjadi diakibatkan terjadinya reaksi kompleks antara minyak nilam dengan

larutan EDTA. Perubahan volume minyak nilam ditunjukkan pada tabel 4.4 dan grafik 4.1. Dari grafik 4.1 terlihat bahwa pada konsentrasi 1,5%; 2%; 2,5%; dan 3% terjadi perubahan volume masing-masing 20 ml, 20 ml, 18 ml, dan 17 ml.

Perubahan warna minyak nilam sebelum dan sesudah reduksi ditunjukkan pada gambar di bawah:



Gambar 4.4: Minyak nilam sebelum reduksi dengan $V_o=20$ ml



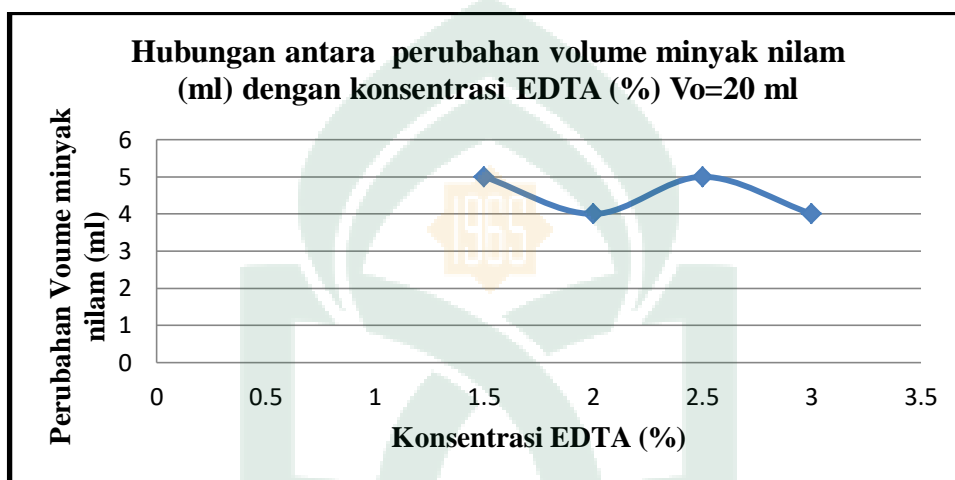
Gambar 4.5: Minyak nilam setelah reduksi dengan $V_o=20$ ml

Tabel 4.4. Pengaruh konsentrasi senyawa pengkelat dan lama pengadukan terhadap perubahan volume minyak nilam dengan $V_o=20$ ml

No.	Konsentrasi EDTA (%)	Lama pengadukan (menit)	Kecepatan (rpm)	V_o minyak nilam (ml)	V_1 minyak nilam (ml)
1.	1,5	90	500	20	15
2.	2	90	500	20	16
3.	2,5	90	500	20	15
4.	3	90	500	20	16

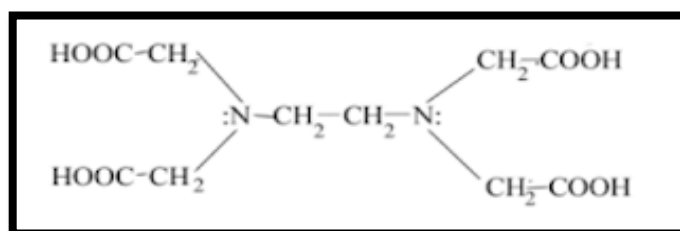
Pada gambar 4.4 dan 4.5 terlihat bahwa terjadi perubahan warna pada minyak nilam sebelum dan sesudah reduksi namun tidak signifikan. Perubahan volume juga terlihat pada tabel 4.4, rata-rata berkurang 4,5 ml sehingga yang

tersisa rata-rata 15,5 ml. Dari grafik 4.2 terlihat bahwa pada konsentrasi 1,5%; 2%; 2,5%; dan 3% terjadi perubahan volume masing-masing 5 ml, 4 ml, 5 ml, dan 4 ml. Berdasarkan data yang telah didapatkan dari masing-masing sampel, dapat disimpulkan bahwa warna minyak nilam yang dihasilkan setelah melalui tahap reduksi sudah memenuhi standar mutu perdagangan sesuai dengan ketentuan SNI yaitu berwarna kuning kemerahan.



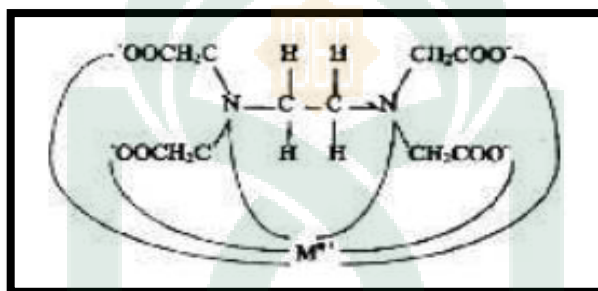
Grafik 4.2. Hubungan antara perubahan volume minyak nilam (ml) dengan konsentrasi EDTA (%) $V_o=20$ ml

Perubahan warna yang terjadi pada minyak nilam dipengaruhi oleh konsentrasi bahan pengkelat yang digunakan yaitu EDTA. Menurut Fatma Saputri, dkk (2014: 59) EDTA ($C_{10}H_{16}N_2O_8$) adalah pengkelat dengan ligan heksadentat yang mempunyai 6 pasang elektron bebas yaitu di keempat gugus karboksilat dan dua atom nitrogennya.



Gambar 4.6. Struktur kimia EDTA
(Anonim)

Struktur kimia EDTA ditunjukkan pada gambar 4.6 di atas. Elektron bebas yang dimiliki EDTA sangat berpengaruh pada kemampuannya menarik logam Fe dalam minyak nilam. Hal ini sesuai dengan teori yang menjelaskan bahwa semakin banyak jumlah elektron bebas maka semakin banyak logam yang dapat terikat. Pada proses pemurnian dengan metode kompleksometri terjadi reaksi kompleks antara ion logam Fe dengan ion bahan pengkelat EDTA. Proses reaksi yang terjadi ditunjukkan pada gambar 4.7 dan persamaan 4.1, berikut ini:



Gambar 4.7. Mekanisme pengikatan EDTA dengan logam
(Tamzil Aziz, dkk., 2015: 41).



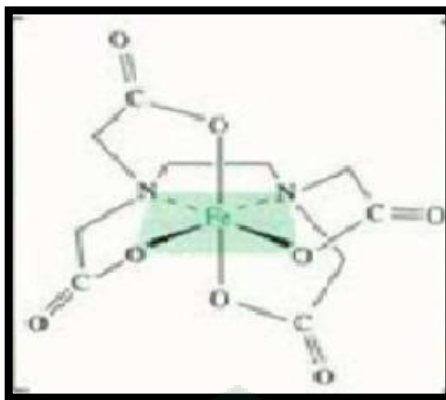
Keterangan:

M : metal (ion logam/ kation)

L : ligan (anion/ molekul netral)

ML : senyawa kompleks

Hasil reaksi yang terbentuk dari proses kompleksometri berupa senyawa kompleks ditunjukkan pada gambar 4.8:



Gambar 4.8. Struktur senyawa kompleks besi (III) EDTA
(Anonim)

Variasi konsentrasi bahan pengkelat EDTA sangat berpengaruh terhadap proses reduksi logam Fe. Menurut Ma'mun (2008) semakin tinggi konsentrasi masing-masing senyawa pengkelat maka akan kejernihan minyak atsiri (minyak nilam akan meningkat. Sedangkan menurut Harunsyah (2011) EDTA memiliki kemampuan lebih banyak dan besar dalam mengikat logam besi dibanding asam sitrat dan asam tartarat. Logam Fe yang menjadi zat pengotor pada minyak nilam, jika semakin banyak yang tereduksi maka perubahan warna akan lebih jernih.

Selain perubahan warna, perubahan volume juga terjadi setelah minyak nilam melalui tahap reduksi. Perubahan volume minyak nilam diakibatkan oleh bahan pengkelat EDTA yang digunakan. Saat proses reduksi logam Fe berlangsung dengan metode kompleksometri, minyak nilam dengan bahan pengkelat EDTA akan tercampur. Proses ini terjadi saat dilakukan pengadukan, sebagian volume minyak nilam terserap oleh EDTA. Sehingga volume minyak nilam hasil reduksi lebih sedikit dibandingkan sebelum reduksi.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa:

1. Variasi konsentrasi bahan pengkelat (EDTA) dengan lama pengadukan 90 menit berpengaruh terhadap warna minyak nilam hasil reduksi. Hal ini dibuktikan dengan terjadinya perubahan warna pada minyak nilam setelah reduksi meskipun tidak signifikan. Dari warna merah kecokelatan menjadi kuning kemerahan. Hal ini sesuai dengan teori yang menjelaskan bahwa semakin tinggi konsentrasi bahan pengkelat (EDTA) dengan lama pengadukan 90 menit juga meningkatkan kejernihan minyak atsiri (minyak nilam), serta menurunkan kadar logam Fe dalam minyak nilam setelah reduksi. Hasil tersebut sudah sesuai dengan SNI 06-2385-2006.
2. Setelah melewati tahap reduksi, volume minyak nilam mengalami perubahan. Volume minyak nilam hasil reduksi menjadi lebih sedikit dibandingkan volume sebelum reduksi. Hal ini diakibatkan karena terserapnya minyak nilam ke dalam bahan pengkelat EDTA pada saat proses reduksi berlangsung.

B. Saran

Saran-saran penulis untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Sebaiknya variasi konsentrasi lebih ditingkatkan lagi agar hasil reduksi yang didapatkan lebih meningkat.

2. Gunakan variasi lama pengadukan untuk mengetahui perbedaan hasil reduksi minyak nilam berdasarkan lama pengadukan.
3. Reduksi logam Fe dengan metode kompleksometri dapat dilakukan pada bahan minyak atsiri lainnya seperti minyak daun cengkeh, dan lain-lain.
4. Sebaiknya pengujian warna dilakukan dengan menggunakan alat pendeteksi warna untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dibandingkan secara visual.
5. Sebaiknya dilakukan pengujian sampel untuk mengetahui tingkat kejernihan, kandungan Fe, dan kandungan *patchouli alcohol* yang terkandung dalam minyak nilam.



DAFTAR PUSTAKA

- A.A, Hamid., et al. 2011. "Essential Oil Its Medicinal an Pharmacological Uses". *International Journal of Current Research*. Vol. 1 (2): 086-089, ISSN: 0975-833X.
- Alfian, Zul. 2003. "Analisis Kadar Logam Besi (Fe) dalam Minyak Nilam (*Patchouli oil*) yang Diperoleh dari Penyulingan dengan Menggunakan Wadah Kaca, Stainless Steel dan Drum Bekas Secara Spektrofotometri Serapan Atom". *Jurnal Sains Kimia*. Vol. 7 (2): 55-58.
- Allwar et al. 2015. "Removal of Fe and Cu Ions from Patchouli Essential Oil Using ZnCl₂-Activated Carbon Adsorbent Modified With Ammonia". *IOSR Journal of Applied Chemistry*. Volume 8, issue 2 Ver. J, pp 17-23, ISSN: 2278-5736.
- Amaral, Wenderlei do., et al. 2018. "Yield and Chemical Composition of The Essential Oil of Species of The Astereceae Famili From Atlantic Forest, South of Brazil". *Journall of Essential Oi Research*. ISSN: 1041-2905.
- Amrullah, Rifki., dkk. 2017. "Kajian Pengaruh Rasio Refluks Terhadap Karakteristik Minyak Nilam Hasil Distilasi Fraksinasi". *Jurnal Teknotan*. Vol. 11, no. 2, ISSN: 1978-1067.
- Anonim. (http://www.kimia.clas.web.id/2015/12/praktikum-kimia-analisis-penetapan_21.html).
- Anonim. (<http://kotakharapansains.blogspot.com/2014/06/kompleks-besiiii-edta.html>).
- Ari, Komang., dkk. 2016. "Pengembangan Metode GC-MS untuk Penetapan Kadar Acetaminophen Pada Spesimen Rambut Manusia". *Jurnal Biosains Pascasarjana*. Vol. 81 (3): 1-9.
- Asriyanti, M dan Y Asbur. 2018. "Cendana (*Santalum album* L.) Sebagai Tanaman Penghasil Minyak Atsiri". *Jurnal Kultivasi*. Vol. 17, no. 1.
- Aziz, Tamzil., dkk. 2015. "Removal Logam Berat dari Tanah Terkontaminasi dengan Menggunakan *Cheating Agent* (EDTA)". *Jurnal Teknik Kimia*. Vol. 21 (2).
- Badan Standarisasi Nasional, 2003. Standar Nasional Indonesia Kualitas Minyak Nilam. 14p.
- Busthan, Meutia. 2015. "Peningkatan Mutu Minyak Nilam Hasil Distilasi Vakum dengan Pengkelatan". *Jurnal Hasil Penelitian Industri*. Vol. 24, no. 2, ISSN: 0215-4609.
- Cahyadi, Bobby. 2009. "Studi Tentang Kesensitifan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) Teknik Vapour Hydride Generation Accessories (VHGA) Dibandingkan dengan SSA Nyala Pada Analisa Unsur Arsen (As) yang Terdapat Dallah Air Minum". *Skripsi*.
- Cepeda, Gino Nemesio., dkk. 2011. "Komposisi Kimia Minyak Atsiri Daun Akway". *Jurnal Makara Sains*. Vol. 15, no. 1, hal: 63-66.

- Damayanti, Astrilia dan Endah Ayu Fitria. 2012. "Pemungutan Minyak Atsiri Mawar (*Rose Oil*) dengan Metode Maserasi". *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*. Vol. 1, no. 2, ISSN 2303-0623.
- Effendy, Ellyta, dkk. 2019. "Analisis Suatu Struktur Biaya Produksi dan Kesenjangan Pendapatan Petani Akibat Fluktuasi Harga Minyak Nilam". *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*. Vol. 3, no. 2, hal: 360-374, ISSN: 2598-8174.
- Gotama, Bangkit dan Mahfud. 2014. "Studi Peningkatan Nilai Tambah Produk Minyak Nilam".
- Hanief, Maulana M Al., dkk. 2013. "Ekstraksi Minyak Atsiri dari Akar Wangi Menggunakan Metode *Steam-Hydro distillation* dan *Hydro distillation* dengan Pemanas *Microwave*". *Jurnal Teknik POMITS*. Vol. 2, no. 2, ISSN: 2337-3539.
- Harti, Retno., dkk. 2014. "Karakterisasi dan Modifikasi Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit dengan Asam Nitrat untuk Menjerap Logam Besi dan Tembaga dalam Minyak Nilam". *Indonesian Jurnal of Chemical Research*. Vol. 2, no. 1.
- Harunsyah. 2011. "Peningkatan Mutu Minyak Nilam Rakyat Melalui Proses Pemurnian". *Jurnal Teknologi*. Vol. 11, no. 1, ISSN: 1412-1476.
- Hasni, Nur Alfi Mufida., dkk. 2016. "Penetapan Kadar Logam Besi (Fe) Pada Air Sumur Gaian Warga Sekitar Industri "X" Kecamatan Panjang dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom". *Jurnal Analis Farmasi*. Vol. 1 (3): 163-168.
- Idris, Ahmad., dkk. 2014. "Analisis Kualitas Minyak Nilam (*Pogostemon Cablin Benth*) Pproduksi Kabupaten Buol". *J. Akademi. Kim.* 3(2): 79-85, ISSN 2302-6030.
- IG. Tirta dan I PT. Agus Hendra Wibawa. 2017. "Eksplorasi Tumbuhan yang Berpotensi Sebagai Penghasil Minyak Atsiri di Lombok Timur-NTB". *Jurnal Bioogi Udayana*. Vol. 21 (1): 12-16, ISSN: 1410-5292.
- Ika, dkk., 2012. "Analisis Logam Timbal (Pb) dan Besi (Fe) dalam Air Laut di Wilayah Pesisir Pelabuhan Ferry Taipa Kecamatan Palu Utara". *Jurnal Akademika Kimia*. Vol. 1 (4): 181-186, ISSN: 2302-6030.
- Irawan, Anom. 2019. "Kalibrasi Spektrofotometer Sebagai Penjaminan Mutu Hasil Pengukuran Dalam Kegiatan Penelitian dan Pengujian". *Indonesian Journal of Laboratory*. Vol. 1 (2): 1-9, ISSN: 2655-4887.
- Junaidi. 2017. "Spektrofotometer UV-Vis untuk Estimasi Ukuran Nanopartikel Perak". *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*. Vol. 5 (1): 97-102.
- Ma'mun. 2008. "Pemurnian Minyak Nilam dan Minyak Daun Cengkeh Secara Kompleksometri". *Jurnal Littri*. Vol. 14, no. 1, ISSN: 0853-8212.
- Mahlinda, dkk. 2019. "Modifikasi Alat Penyuling Uap untuk Peningkatan Rendemen dan Mutu Minyak Nilam (*Pogostemon cablin Benth*)". *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. Vol. 14, no. 1, hal: 28-35, ISSN: 1412-5064.

- Manalu, Nadia Kresentia., dkk. 2019. "Adsorpsi Logam Fe dalam Minyak Nilam Menggunakan Kitosan Sisik Ikan". *Jurnal Teknik Kimia*. Vol. 14, no. 1.
- Manalu, Rahmat Akbar., dkk. 2019. "Peningkatan Mutu Minyak Nillam (Pogostemon cablin) Melalui Proses Pemurnian Minyak Nilam Aceh Jaya dan Aceh Selatan dengan Metode Kompleksometri". *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. Vol. 4 (4): 310-318, P-ISSN: 2615-2878.
- Manuhutu, Octavia. 2009. "Penetapan Kadar Lidokain HCl Dalam Sediaan Injeksi Secara Spektrofotometri Serapan Atom Tidak Langsung". *Skripsi*.
- Mulyanti, Sri. 2016. *Kimia Dasar Jilid 1*. Bandung: Alfabeta CV.
- Nur, Syamsu., dkk. 2019. "Pengaruh dari Tempat Tumbuh dan Lama Penyulingan Secara Hidrodestilasi Terhadap Rendemen dan Profil Kandungan Kimia Minyak Atsiri Daun Kemangi (*Ocimum canun Sims L.*)". *Jurnal Fitormaka Indonesia*. Vol. 1, no. 2.
- Nurdin, Dyyah Resky., dkk. 2017. "Analisis Pemasaran Minyak Nilam Dari Karya Baru Kecamatan Poleang Utara Kabupaten Bombana". *Jurnal Ilmiah Agribisnis*. Vol. 2, no. 1, hal: 19-23.
- Nurnasari, Elda dan Subiyakto. 2011. "Komposisi Kimia Minyak Atsiri Pada Beberapa Tipe Daun Tembakau (*Nicotiana tabaccum L.*)". *Berita Biologi*. Vol. 10, no. 5.
- Pratama, Rezky Adji. 2016. "Studi Analisis Spesiasi Logam Besi Fe (II) dan Fe (III) Menggunakan Kurkumin Hasil Ekstrak Kunyit (*Curcuma domestica val.*) Sebagai Senyawa Pengompleks Secara Spektrofotometri Ultraungu-Tampak". *Skripsi*.
- Pratiwi, Luluk., dkk. 2016. "Ekstraksi Minyak Atsiri dari Bunga Cengkeh dengan Pelarut Etanol dan N-Heksana". *University Research Colloquium*. ISSN 2407-9189.
- Pujiarti, Rini., dkk. 2015. "Kualitas, Komposisi Kimia, dan Aktivitas Antioksidan Minyak Kenanga". *Jurnal Ilmu Kehutanan*. Vol. 9, no. 1.
- Rassem, Hesham H. A., dkk. 2016. "Techniques For Extraction of Essential Oil From Plants: A Review". *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 10(16), pages: 117-127, ISSN: 1991-8178.
- Rizal, Saepul, dkk. 2010. "Kajian Proses Penyulingan Minyak Nilam Menggunakan Sistem Distilasi Air". *Skripsi*.
- Saputri, Fatma., dkk. 2014. "Kajian Penggunaan Pengkelat untuk Menurunkan Kandungan Besi dalam Minyak Daun Cengkeh". *Online Journal of Natural Science*. Vol. 3 (2): 57-61, ISSN: 2338-0950.
- Sembiring, Farul Rozi., dkk. 2012. "Karakteristik Minyak Atsiri Dari Daun Tanaman Pucuk Merah (*Syzygium campanulvtun Korth.*)". *Jurnal Ilmu-ilmu Kehutanan*. Vol. 1, no. 1.
- Septiana A, Arkie., dkk. 2012. "Potensi dari Jus Jeruk Nipis (*Citrus Aurantifolia*) sebagai Bahan Pengkelat dalam Proses Pemurnian Minyak Nilam (*Patchouli Oil*) dengan Metode Kompleksometri". *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. Vol. 1, no. 1, hal. 21-28.

- Setya H, Novita., dkk. 2012. "Proses Pengambilan Minyak Atsiri Dari Daun Nilam dengan Pemanfaatan Gelombang Mikro (*Microwave*)". *Jurnal Teknik*. Vol. 1, no. 1, ISSN: 2301-9271.
- Shihab, Muhammad Quraish. *Tafsir Al-MisbahVoume 14*. Lentera Hati. 2002.
- Shihab, Muhammad Quraish. *Tafsir Al-MisbahVoume 4*. Lentera Hati. 2002.
- Shihab, Muhammad Quraish. *Tafsir Al-MisbahVoume 9*. Lentera Hati. 2002.
- Sulaiman, Ismail. 2014. "Perbandingan Beberapa Metode Ekstraksi Minyak Atsiri pada Minyak Nilam". *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*. Vol 06, no. 01.
- Supriyantini, Endang dan Hadi Endrawati. 2015. "Kandungan Logam Berat Besi (Fe) Pada Air, Sedimen, dan Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Tanjung Emas Semarang". *Jurnal Kelautan Tropis*. Vol. 18 (1): 38-45, ISSN: 0853-7291.
- Syauqiah, Isma., dkk. 2008. "Analisis Pengaruh Lama Penyulingan dan Komposisi Bahan Baku Terhadap Rendemen dan Mutu Minyak Atsiri Dari Daun dan Batang Nilam". *Info Teknik*. Vol. 9, no. 1.
- Syukran, dkk. 2016. "Penyulingan Minyak Nilam Menggunakan Uap Panas Lanjut". *Teknosia*. Vol. 11, no. 17.
- Tambunan, Lilis Rosmaniar., dkk. 2017. "Isolasi dan Identifikasi Komposisi Kimia Minyak Atsiri dari Biji Tanaman Kapulaga (*Amomum cardamomum willd*)". *Jurnal Kimia Riset*. Vol. 2 (1): 57-60, E-ISSN: 2528-0422.
- Waromo, Dwi dan Syamsuddin. 2013. "Unjuk Kerja Spektrofotometer untuk Analisa Zat Aktif Ketoprofen". Vol. 2 (2): 1-9, ISSN: 2252-7311.
- Zaimah, Syarifatuz. 2014. "Pengujian Kualitas dan Komposisi Minyak Nilam (*Pogostemon cablin benth*)". *Indonesian Jurnal of Chemical Research*. Vol. 2, no. 1.

BIOGRAFI



MULYANA SURYA NINGSIH, lahir pada tanggal 27 Januari 1998. Buah cinta dari Alm. Muliadi dan Suriati, anak pertama dari tiga bersaudara. Pada tahun 2004/ 2005 menempuh pendidikan Sekolah Dasar di SDN 241 ILI Kab. Sinjai, kemudian melanjutkan pendidikan pada tahun 2010/ 2011 di SMPN 1 Pammana Kab. Wajo, dan melanjutkan lagi di SMAN 3 Sengkang Unggulan Kab. Wajo (saat ini SMAN 7 Wajo) pada tahun 2013/ 2014. Penulis saat

ini sedang menempuh pendidikan di Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi sejak tahun 2016-sekarang. Penulis aktif di organisasi Lembaga Dakwah Fakultas (LDF) Ulil Albaab sebagai anggota pada tahun 2016-2018, Himpunan Mahasiswa Jurusan Fisika (HMJ-F) sebagai Wakil Sekretaris 2 periode 2018; sebagai anggota bidang Penelitian dan Pengembangan periode 2019, dan Forum Lingkar Pena (FLP) Ranting UIN Alauddin Makassar sebagai Sekretaris Umum periode 2019/ 2020.

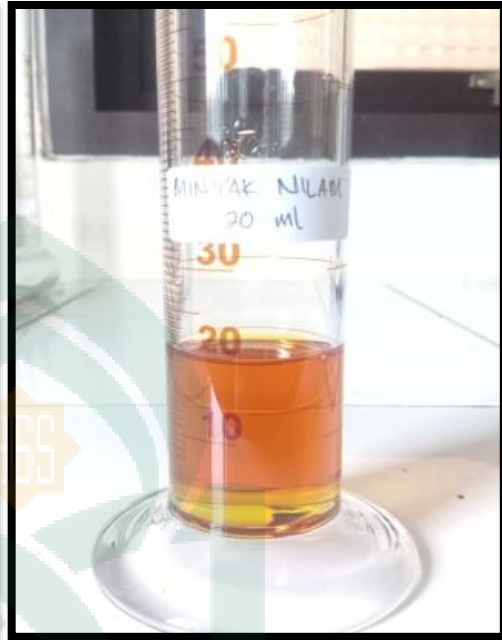
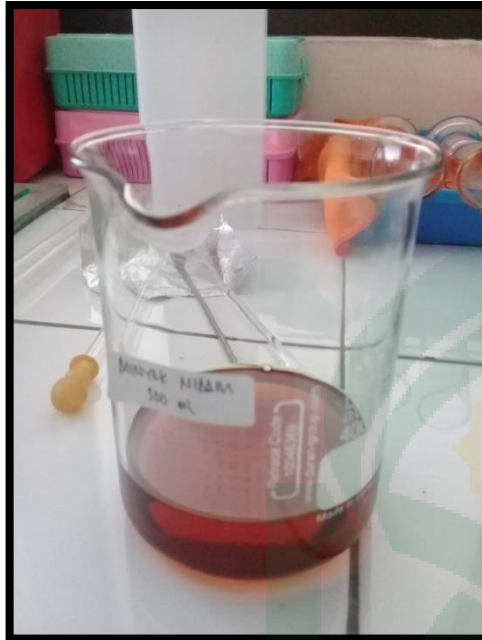
The logo of Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar is a large, light green watermark in the background. It features a stylized green archway (mihrab) with a yellow star in the center containing the year '1966'. Below the archway is a green shield with a white geometric pattern. The text 'LAMPIRAN-LAMPIRAN' and 'DOKUMENTASI' is centered over the logo in a bold, black, serif font.

LAMPIRAN-LAMPIRAN DOKUMENTASI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

TAHAP REDUKSI LOGAM Fe

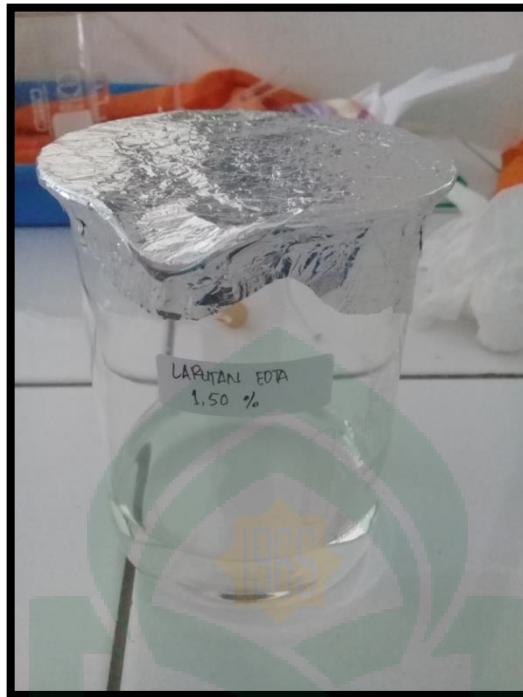
Minyak nilam 100 ml dan 20 ml



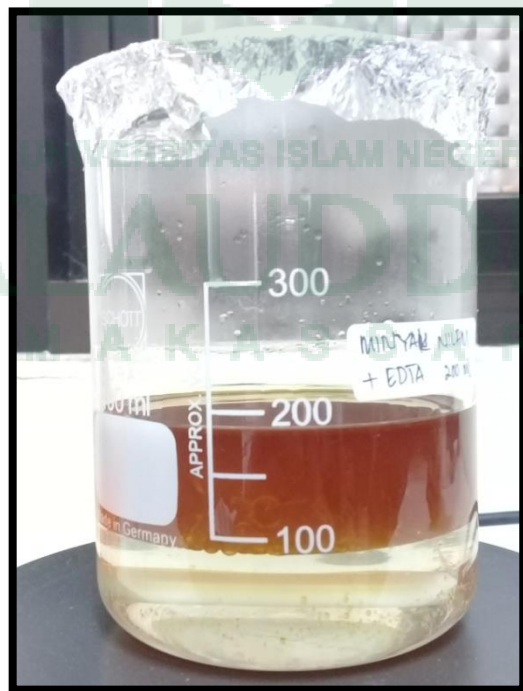
Menimbang EDTA



Larutan EDTA



Campuran minyak nilam dengan larutan EDTA



Mengaduk campuran minyak nilam dengan EDTA menggunakan *stirrer*



Menyaring minyak nilam hasil reduksi



Hasil pemurnian minyak nilam untuk volume 100 ml dan 20 ml

a. Volume awal 100 ml



b. Volume awal 20 ml

